



**Lara Sofia Perneal Reis Nascimento**

Licenciada em Engenharia do Ambiente

***Benchmarking* de desempenho e melhores  
práticas ambientais no sector cimenteiro**

Caso de Estudo: Fábrica da Secil-Outão

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente, perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientador: Professor Doutor Nuno Miguel Ribeiro Videira Costa,  
Professor Auxiliar com Agregação, FCT-UNL

Co-orientadora: Engenheira Susana Ribeiro Mercier,  
Fábrica Secil-Outão

Júri:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Paula Baptista da Costa Antunes

Arguente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Sandra Sofia Ferreira da Silva Caeiro

Vogal: Prof. Doutor Nuno Miguel Ribeiro Videira Costa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Outubro 2014**





**Lara Sofia Perneal Reis Nascimento**

Licenciada em Engenharia do Ambiente

***Benchmarking* de desempenho e melhores  
práticas ambientais no sector cimenteiro**

Caso de Estudo: Fábrica da Secil-Outão

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente, perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientador: Professor Doutor Nuno Miguel Ribeiro Videira Costa,  
Professor Auxiliar com Agregação, FCT-UNL

Co-orientadora: Engenheira Susana Ribeiro Mercier,  
Fábrica Secil-Outão

Júri:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Paula Baptista da Costa Antunes

Arguente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Sandra Sofia Ferreira da Silva Caeiro

Vogal: Prof. Doutor Nuno Miguel Ribeiro Videira Costa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Outubro 2014**



## **DIREITOS DE CÓPIA**

*Benchmarking* de desempenho e melhores práticas ambientais no sector cimenteiro. Caso de Estudo: Fábrica da Secil-Outão © Lara Sofia Perneal Reis Nascimento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



You Can,  
You Should,  
And if you're **brave** enough to start,  
You Will.  
– *Stephen King* –





## **AGRADECIMENTOS**

A toda a equipa da Secil-Outão que me acolheu tão bem ao longo do estágio curricular de seis meses sem o qual não seria possível escrever a presente dissertação. Em especial à co-orientadora Eng<sup>a</sup> Susana Mercier, Técnico Tiago Santos, Eng<sup>a</sup> Catarina Tudella, Eng<sup>o</sup> António Curioso e Eng<sup>o</sup> Nuno Tempera pelos conhecimentos transmitidos, disponibilidade, compreensão e momentos de descontração durante todo o estágio.

Ao Prof. Nuno Videira, pela orientação e persistência na resolução de problemas que foram surgindo ao longo dos últimos meses.

À família, que me ajudou quando precisei e me deu força sempre que precisava de recarregar baterias.

Ao namorado Jorge Sousa que esteve sempre presente, um enorme obrigado pela paciência, compreensão e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, em especial à Joana que partilhou esta jornada comigo, à Clara, Teresa, Rita, Tiago, Pedro e Ricardo por alegrarem os momentos de descanso e tornarem tudo mais fácil.

Em último, às meninas da TunaMaria pela compreensão e palavras de motivação.



## RESUMO

O cimento é um produto essencial para a elaboração de infraestruturas e uma necessidade para o desenvolvimento económico. A sua produção implica elevados gastos energéticos que com o aumento do consumo, associado ao desenvolvimento da economia mundial, têm vindo a tornar os seus impactes cada vez mais significativos, incluindo outros aspectos ambientais como emissões e impactes na biodiversidade.

A globalização fez com que cada vez mais organizações se esforçassem para superar a concorrência e adoptassem novas técnicas e tecnologias mais sustentáveis com recurso a indicadores de desempenho ambiental. A ausência de um documento sectorial de referência para o sector cimenteiro que defina critérios e indicadores de desempenho específicos do sector dificulta assim a tarefa de *benchmarking* de desempenho ambiental entre empresas do mesmo sector de actividade.

A presente dissertação visa utilizar o *benchmarking* como ferramenta de gestão para avaliar o desempenho ambiental no sector cimenteiro. A avaliação é feita através de indicadores de desempenho elaborados com base nos dados disponíveis nas declarações ambientais das várias fábricas de cimento registadas no Sistema Comunitário de Eco-Gestão e Auditoria (EMAS) e procura estabelecer relações entre um elevado desempenho e as melhores práticas, para identificação de melhoria potencial dos vários domínios relevantes da actividade das empresas do sector.

Foi recolhida uma amostra composta por 23 fábricas de cimento na base de dados do EMAS, tendo sido efectuado um *benchmarking* entre 16 fábricas espanholas e portuguesas que constituem uma representatividade de 70 % do universo de organizações registadas.

A fábrica que se apresentou mais vezes no *top 3* de desempenho de cada indicador foi a fábrica da Secil-Outão, situação que se verificou em 6 dos 14 indicadores analisados. A fábrica da Lloseta e a de Cibra-Pataias estão presentes no *top 3* de desempenho em 5 e 4 indicadores, respectivamente. De um modo geral, foram verificadas MTD's implementadas e os níveis de desempenho nos vários indicadores são superiores aos valores definidos no Documento de Referência das Melhores Técnicas Disponíveis (BREF) de 2013, confirmando o empenho e compromisso das fábricas de cimento registadas no EMAS.

Por fim, a metodologia desenvolvida foi aplicada no caso de estudo da Secil-Outão, tendo sido avaliado o desempenho da empresa nos diferentes indicadores e apresentando-se ainda uma análise das boas práticas implementadas.

**Termos-chave:** Sistemas de gestão ambiental; Aspectos ambientais; Sector cimenteiro; *Benchmarking*; Desempenho ambiental; Indicadores.



## ABSTRACT

Cement is an essential product for the development of infrastructure and a need for economic development. Its production involves high energy demand that through increased consumption, associated with the development of the world economy, have been making their most significant impacts, among others such as emissions and impacts on biodiversity.

Globalization has meant that more and more organizations strove to outperform the competition, and adopt sustainable techniques and technologies for sustainability using environmental performance indicators. The absence of a sectorial reference document for the cement sector to set criteria and specific performance indicators undermines the task of environmental performance benchmarking of companies within the same sector of activity.

This thesis aims to use benchmarking as a management tool to evaluate the environmental performance in the cement sector. The assessment is done through performance indicators developed from the available data in environmental statements of cement plants registered in EMAS, and attempts to establish relationships between high performance and best practices. This allows the identification of potential for improvement in several of activity of organizations in this sector.

A sample of 23 cement plants was collected in the EMAS database, however due to lack of information or language difficulties, benchmarking was performed between 16 Spanish and Portuguese factories that representing 70 % of the sample.

The plant which presented more often in the top 3 of performance indicators was the Secil-Outão (corresponding to the case study) that is top 3 in 6 of the 14 analyzed indicators. The Lloseta and Cibra-Pataias plants are presented in the top 3 of performance in 5 and 4 indicators, respectively.

In general, BAT implemented and the performance levels in the various indicators are higher than the values defined in the BREF 2013 were observed, presenting the dedication and commitment of cement plants registered in EMAS.

Finally, a set of recommendations is proposed to promote environmental performance in Cement Sector organizations.

**Key-Words:** Environmental management systems; Environmental aspects; Cement industry; *benchmarking*; Environmental performance; Indicators.



## SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES

ATIC: Associação Técnica da Indústria de Cimento;

BREF: *Best Reference Available Techniques* – Documento de Referência das Melhores Técnicas Disponíveis;

CA: Combustíveis Alternativos;

CDR: Combustível Derivado de Resíduos;

CSI: *Cement Sustainability Initiative* – Iniciativa para a Sustentabilidade do Cimento;

DA: Declaração Ambiental;

DIA: Declaração de Impacte Ambiental;

EIA: Estudo de Impacte Ambiental;

EMAS: Eco-Management and Audit Scheme – Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria;

GNR: *Getting the Numbers Right*;

GRI: *Global Reporting Initiative* – Iniciativa para reporte global;

IED: *Industrial Emissions Directive* – Directiva para as Emissões Industriais;

IPPC: *Industrial Pollution Prevention and Control* – Controlo e Prevenção da Poluição Industrial;

NACE: Nomenclatura oficial das actividades económicas na Comunidade Europeia;

PARP: Plano Ambiental de Recuperação Paisagística;

PNA: Parque Natural da Arrábida;

RIP: Resíduos Industriais Perigosos;

SGA: Sistema de Gestão Ambiental;

SGI: Sistema de Gestão Integrado;

SGQ: Sistema de Gestão da Qualidade;

SNCR: *Selective Non-Catalytic Reduction* – Redução Selectiva Não-Catalítica

WBCSD: *World Business Council for Sustainable Development's* – Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável.





# ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Enquadramento.....	1
1.2	Objectivos da dissertação .....	2
1.3	Estrutura e Organização da dissertação.....	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	Caracterização do sector cimenteiro.....	5
2.1.1	Principais actividades, produtos e serviços do sector cimenteiro.....	5
2.1.2	O sector cimenteiro em Portugal.....	9
2.1.3	O sector cimenteiro na Europa .....	11
2.2	Questões ambientais do sector cimenteiro .....	15
2.2.1	Principais aspectos ambientais significativos.....	15
2.2.2	Sistemas de Gestão Ambiental aplicáveis .....	18
2.2.3	Documentos de Referência das Melhores Técnicas Disponíveis .....	25
2.2.4	Avaliação do Desempenho Ambiental: Indicadores e Índices .....	26
2.2.5	<i>Benchmarking</i> Ambiental.....	28
2.2.6	Tendências actuais na gestão ambiental no sector cimenteiro .....	30
3	METODOLOGIA .....	33
3.1	Processo de <i>benchmarking</i> .....	33
3.1.1	Definição de aspectos ambientais, impactes e MTD do sector .....	33
3.1.2	Definição de indicadores para avaliação do desempenho ambiental .....	34
3.1.3	Seleccção da amostra .....	34
3.1.4	Análise das DA e aplicação dos indicadores.....	36
3.1.5	Análise do melhor desempenho e práticas associadas.....	37
3.2	Caso de Estudo: Fábrica Secil-Outão.....	37
3.3	Análise, discussão de resultados e recomendações .....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1	<i>Benchmarking</i> de desempenho e melhores práticas ambientais .....	39
4.1.1	Eficiência energética .....	40
4.1.2	Eficiência dos materiais .....	46

4.1.3	Biodiversidade.....	49
4.1.4	Água .....	53
4.1.5	Emissões.....	54
4.1.6	Resíduos .....	61
4.2	Caso de estudo: fábrica da Secil-Outão.....	64
4.2.1	Enquadramento.....	64
4.2.2	Avaliação de desempenho da Secil-Outão .....	67
4.2.3	Síntese e Recomendações.....	84
5	CONCLUSÕES.....	87
5.1	Dificuldades e Limitações do estudo.....	88
5.2	Desenvolvimentos futuros .....	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
	ANEXO I: Declarações Ambientais Consultadas .....	99
	ANEXO II: Dados tratados .....	101
	ANEXO III: Resultados detalhados: indicadores de desempenho .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Processo de fabrico do cimento e aspectos ambientais associados.....	6
Figura 2.2: Diminuição das emissões globais através da utilização de co-processamento .....	8
Figura 2.3: Evolução do mercado mundial do cimento.....	9
Figura 2.4: Presença das empresas Secil e Cimpor em Portugal e no Mundo .....	9
Figura 2.5: Consumo de Cimento em Portugal (Mt).....	10
Figura 2.6: Exportações da Secil 2002-2013.....	11
Figura 2.7: Evolução da produção de cimento na UE28 .....	12
Figura 2.8: Evolução das emissões europeias de CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> e SO <sub>x</sub> .....	13
Figura 2.9: Evolução da utilização de combustíveis na UE-28.....	13
Figura 2.10: Utilização de combustíveis alternativos por região em 2010 .....	14
Figura 2.11: Consumo específico de energia térmica .....	16
Figura 2.12: Evolução de aplicação dos SGA ISO 14001:2004 e EMAS.....	19
Figura 2.13: Metodologia de implementação da ISO 14001:2004.....	21
Figura 2.14: Processo de melhoria contínua subjacente ao registo no EMAS.....	24
Figura 2.15: Benefícios decorrentes da aplicação do EMAS (% de respostas).....	24
Figura 3.1: Representação esquemática da metodologia aplicada .....	33
Figura 3.2: Número de cimenteiras registadas no EMAS por país .....	36
Figura 4.1: Resultados do indicador 1: Consumo de energia eléctrica .....	41
Figura 4.2: Resultados do indicador 2: Consumo de energia térmica.....	43
Figura 4.3: Resultados do indicador 3: Substituição térmica por CA .....	45
Figura 4.4: Resultados do indicador 4: Consumo de matérias-primas totais .....	47
Figura 4.5: Resultados do indicador 5: Incorporação de MPS .....	48
Figura 4.6: Resultados do indicador 6: Espaço edificado .....	50
Figura 4.7: Resultados do indicador 7: Extensão da pedreira .....	51
Figura 4.8: Resultados do indicador 8: Consumo de água .....	53
Figura 4.9: Resultados do indicador 9: Emissão de partículas.....	55
Figura 4.10: Resultados do indicador 10: Emissão de CO <sub>2</sub> .....	57
Figura 4.11: Resultados do indicador 11: Emissão de NO <sub>x</sub> .....	58
Figura 4.12: Resultados do indicador 12: Emissão de SO <sub>2</sub> .....	59
Figura 4.13: Resultados do indicador 13: Produção de resíduos.....	62
Figura 4.14: Resultados do indicador 14: Produção de resíduos perigosos .....	63
Figura 4.15: Fábrica da Secil-Outão .....	64
Figura 4.16: Diagrama de produção da fábrica Secil-Outão .....	65
Figura 4.17: Utilização de combustíveis fósseis/alternativos por tipologia em 2013 .....	71
Figura 4.18: Viveiros da Secil-Outão.....	72

Figura 4.19: Taludes recuperados da pedreira “Vale de Mós B” .....	73
Figura 4.20: Taludes recuperados da pedreira “Vale de Mós A” .....	73
Figura 4.21: Zonas de transplante e outras imagens representativas do projecto Biomares .....	75
Figura 4.22: Expansão da área de monitorização para os limites do PNA.....	76
Figura 4.23: Emissões específicas de CO <sub>2</sub> por tonelada de clínquer da Secil-Outão.....	79
Figura 4.24: Percentagens de resíduos por tipologia do destino final.....	81

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1: Amostra final e analisável e ID associado .....	39
Quadro 4.2: Indicadores-chave relativos à eficiência energética .....	40
Quadro 4.3: Análise de desempenho no indicador 1: Consumo de energia eléctrica .....	42
Quadro 4.4: Análise de desempenho no indicador 2: Consumo de energia térmica .....	44
Quadro 4.5: Análise de desempenho no indicador 3: Substituição térmica por CA .....	45
Quadro 4.6: Indicadores-chave relativos à eficiência dos materiais .....	46
Quadro 4.7: Análise de desempenho no indicador 4: Consumo de matérias-primas totais .....	47
Quadro 4.8: Análise de desempenho no indicador 5: Incorporação de MPS .....	48
Quadro 4.9: Indicadores-chave relativos à biodiversidade .....	50
Quadro 4.10: Análise de desempenho no indicador 6: Espaço edificado .....	51
Quadro 4.11: Análise de desempenho no indicador 7: Extensão da pedreira .....	51
Quadro 4.12: Indicador-chave relativo à utilização de água .....	53
Quadro 4.13: Análise de desempenho no indicador 8: Consumo de água .....	54
Quadro 4.14: Indicadores-chave relativos às emissões .....	55
Quadro 4.15: Análise de desempenho no indicador 9: Emissão de Partículas.....	56
Quadro 4.16: Análise de desempenho no indicador 10: Emissão de CO <sub>2</sub> .....	57
Quadro 4.17: Análise de desempenho no indicador 11: Emissão de NOx.....	58
Quadro 4.18: Análise de desempenho no indicador 12: Emissão de SO <sub>2</sub> .....	60
Quadro 4.19: Indicadores-chave relativos aos resíduos .....	61
Quadro 4.20: Análise de desempenho no indicador 13: Produção total de resíduos.....	62
Quadro 4.21: Análise de desempenho no indicador 14: Produção de resíduos perigosos .....	63
Quadro 4.22: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da eficiência energética .....	67
Quadro 4.23: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da eficiência dos materiais ..	69
Quadro 4.24: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da biodiversidade.....	72
Quadro 4.25: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da água.....	76
Quadro 4.26: Resultados específicos do caso de estudo: domínio das emissões .....	78
Quadro 4.27: Resultados específicos do caso de estudo: domínio dos resíduos .....	80



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

O cimento é um produto essencial para a elaboração de infraestruturas e uma necessidade para o desenvolvimento económico, embora a sua produção implique um gasto energético muito elevado e consequentes emissões. É também um material importante na adaptação às alterações climáticas, pois apresenta características favoráveis à prevenção de inundações e resistência a condições climáticas adversas (CEMBUREAU, 2009).

Segundo Madlool *et al.* (2012), a produção de cimento é considerada uma das indústrias com consumos mais intensivos de energia, apresentando gastos energéticos que representam cerca de 30 - 40 % dos custos de produção.

Em 2004, o consumo global de cimento foi de cerca de 1,5 biliões de toneladas, verificando-se um crescimento de quase 1 % ao ano (Jankovic *et al.*, 2004). Actualmente a produção mundial é de aproximadamente 3 biliões de toneladas (Uwasu, 2014).

O aumento da sua produção e consumo, em conjunto com o desenvolvimento da economia mundial, tem vindo a tornar os seus impactes cada vez mais significativos (Uwasu *et al.*, 2014).

Segundo Worrell *et al.* (2000, 2001) a produção de cimento é responsável por 5 % das emissões antropogénicas de CO<sub>2</sub> e por 7 % do uso industrial de combustíveis o que leva o sector cimenteiro a ser considerado um importante poluidor em termos de gases de efeito de estufa (GEE). Sendo assim, uma redução das emissões no sector pode levar a decréscimos significativos em termos de emissões globais de GEE (Boesch e Hellweg, 2010; Valderrama *et al.*, 2012).

A indústria cimenteira mundial está a enfrentar desafios para a conservação de recursos materiais e energéticos, assim como para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> (Schneider *et al.*, 2011) e é importante perceber todos os mecanismos do processo de produção para conseguir avaliar plenamente o seu consumo de recursos e impactes ambientais (Uwasu *et al.*, 2014).

Segundo Gartner (2004), existem dificuldades em obter conjuntos de dados de consumo de energia global ou de CO<sub>2</sub> comparáveis no sector cimenteiro devido à variedade de sistemas de reporte nos vários países e pequenas diferenças nos métodos de cálculo, que podem ter influência em valores globais.

A globalização fez com que cada vez mais organizações se esforçassem para superar a concorrência e adoptassem novas técnicas e tecnologias de sustentabilidade. Esse aumento da consciência ambiental das organizações, os requisitos legais e as pressões da sociedade são considerados factores influenciadores na decisão das organizações implementarem um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) (Zutshi e Sohal, 2004).

Segundo Bahr *et al.* (2003), vários autores confirmam um aumento intensivo do interesse em avaliar, medir e documentar o desempenho ambiental na indústria. Um indicador de desempenho ambiental pode ser utilizado com o objectivo de documentar a melhoria contínua do SGA, realizar *benchmark* (interno e externo), documentar melhorias que justifiquem os investimentos na produção e mostrar o compromisso e cumprimento de limites de emissão estabelecidos.

A revisão do regulamento EMAS (CE) nº1221/2009 de 25 de Novembro entrou em vigor a 10 de Janeiro de 2010 e introduziu o conceito de documentos de referência sectoriais que identificam as melhores práticas, indicadores de desempenho ambiental específicos para o sector e em alguns casos, sistemas de classificação que indicam um nível de desempenho ambiental. Os principais critérios levados em conta para a definição dos sectores prioritários para a elaboração dos documentos de referência sectoriais foram: o impacte ambiental do sector na comunidade, o nível de adesão ao EMAS e o potencial para melhorias ambientais na "cadeia de valor" do sector. Assim, foram escolhidos para elaboração dos documentos sectoriais, os sectores: comércio a retalho, turismo, construção, administração pública, agricultura (produção vegetal e animal), fabricação de equipamento eléctrico e electrónico, fabricação automóvel, fabricação de produtos metálicos excepto máquinas e equipamentos, fabricação de alimentos e bebidas, gestão de resíduos e telecomunicações (European Commission, 2014a).

A ausência de um documento sectorial de referência para o sector cimenteiro que defina critérios e indicadores de desempenho específicos do sector dificulta assim a tarefa de *benchmarking* de desempenho ambiental entre empresas do mesmo sector de actividade.

A oportunidade de realização de um estágio curricular de 6 meses numa fábrica de cimento, (com possibilidade de integração da tese de mestrado) aliada à ausência de um documento sectorial de referência para o sector foram os pontos de partida para a abordagem ao tema da presente dissertação.

## **1.2 Objectivos da dissertação**

O objectivo da presente dissertação consiste em efectuar uma análise de empresas de fabricação de cimento europeias registadas no EMAS, em termos de desempenho ambiental e boas práticas, através do desenvolvimento e implementação de uma metodologia de *benchmarking*



entre empresas do sector. Esta abordagem sectorial fornecerá orientações às organizações, compilando as melhores práticas do sector e analisando em detalhe o caso de estudo da Secil-Outão.

Pretende-se que os resultados na presente dissertação sejam úteis para as empresas do sector, utilizando o *benchmarking* como ferramenta de gestão para relacionar um melhor desempenho às melhores práticas e fornecendo informação sobre os potenciais de melhoria dos vários domínios analisados.

### **1.3 Estrutura e Organização da dissertação.**

Esta dissertação é constituída por cinco capítulos, sendo o primeiro o presente capítulo, referente a um enquadramento teórico, necessidade de abordagem ao tema e apresentação dos objectivos do estudo.

O segundo capítulo apresenta a Revisão Bibliográfica e divide-se em dois sub-capítulos principais, um referente caracterização do sector cimenteiro e outro relativo às suas questões ambientais.

No capítulo três é apresentada a metodologia utilizada decomposta nos três processos principais: o processo de *benchmarking*, o caso de estudo e a discussão, análise de resultados e recomendações.

No quarto capítulo são apresentados os resultados do processo de *benchmarking* de acordo com os domínios de indicadores definidos nas declarações ambientais das empresas do sector seleccionadas para análise. É feita uma análise e discussão dos resultados dos vários indicadores, identificando as fábricas com melhor desempenho, assim como as melhores práticas associadas. Ainda no mesmo capítulo apresentam-se os resultados específicos do caso de estudo para cada indicador, associado a uma análise das práticas já implementadas e oportunidades de melhoria.

As conclusões do estudo estão apresentadas no quinto capítulo juntamente com as principais dificuldades e limitações e proposta de desenvolvimentos futuros.

Apresentam-se também no anexo I as declarações ambientais consultadas para definição do *benchmarking*, no anexo II o quadro dos dados tratados e no anexo III os resultados detalhados dos indicadores de desempenho.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Revisão Bibliográfica fornece um **panorama geral do sector cimenteiro** e da investigação realizada neste âmbito, assim como das **questões ambientais relacionadas**, pretendendo fornecer a informação necessária para a compreensão integral da presente dissertação.

### 2.1 Caracterização do sector cimenteiro

Este sub-capítulo pretende apresentar o sector cimenteiro com base nas principais actividades, produtos e serviços assim como o seu estado de desenvolvimento a nível nacional e europeu.

#### 2.1.1 Principais actividades, produtos e serviços do sector cimenteiro

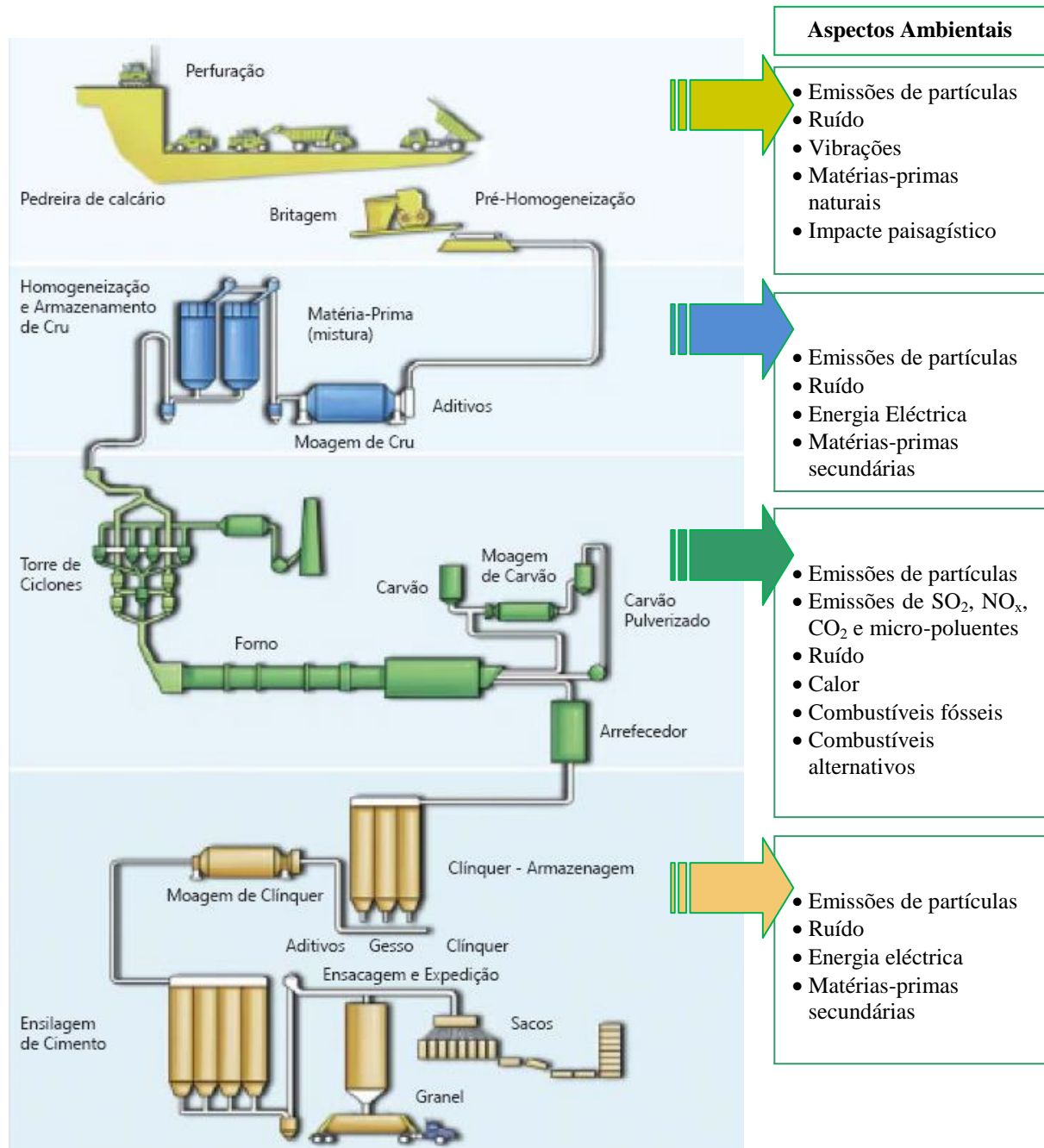
A produção industrial de cimento começou em meados do século XIX, desenvolvendo-se ao longo do tempo, em termos de tecnologia e equipamentos de fabricação utilizados. Um dos maiores marcos na evolução do sector, foi a substituição dos fornos verticais de operação intermitente por fornos rotativos de operação contínua, que permitiram uma diminuição das emissões e da energia utilizada (Schneider *et al.*, 2011).

A indústria cimenteira consome grandes quantidades de energia (térmica e eléctrica) que representam tipicamente 30 - 40 % dos custos de produção (Comissão Europeia, 2013).

A produção de cimento tem como principais matérias-primas o calcário e a marga. Estes materiais são extraídos de pedreiras (normalmente pertencentes às fábricas), britados e moídos, formando a farinha de cru. São adicionadas outras matérias-primas, tais como areia, calcário rico, cinzas de pirite e matérias-primas secundárias (valorização de resíduos provenientes de outros sectores de actividade) formando-se as pilhas de pré-homogeneização com o fim de garantir a composição química pretendida para o clínquer. A farinha de cru passa por uma pré-calcinação do carbonato de cálcio onde se atingem temperaturas da ordem dos 950°C. Estas temperaturas decompõem o  $\text{CaCO}_3$  em  $\text{CaO}$  e é libertado dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) do sistema (Bahr *et al.*, 2003).

A fase seguinte é a entrada deste material num forno rotativo onde reage com a sílica, alumina e óxido de ferro e são atingidas temperaturas de aproximadamente 1450 °C conseguindo uma reacção com uma taxa de produção mais elevada (Gartner, 2004).

Depois de uma fase de arrefecimento, o material que sai do forno é o clínquer que é moído e misturado com gesso e outras componentes em porções variáveis consoante o tipo de cimento a fabricar. Depois de terminado o processo, o cimento é armazenado em silos de onde pode sair para embalagem ou para venda a granel (Bahr *et al.*, 2003). Todo o processo está representado na Figura 2.1, assim como os aspectos ambientais associados a cada etapa.



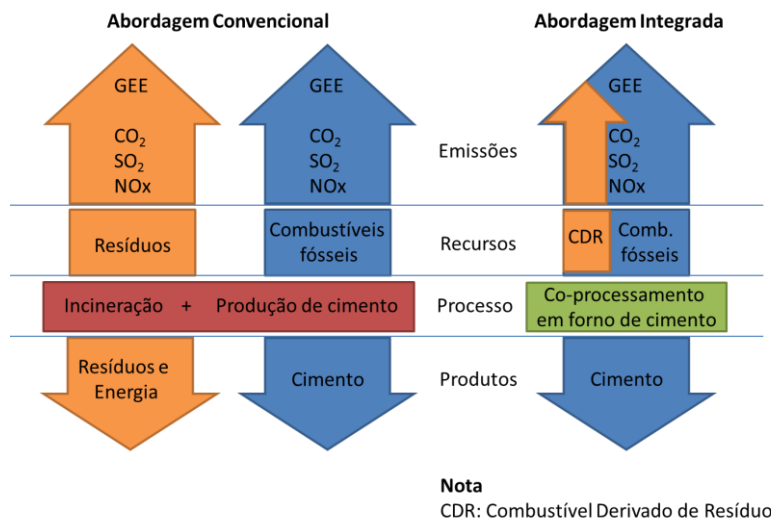
**Figura 2.1: Processo de fabrico do cimento e aspectos ambientais associados**  
(adaptado de CIMPOR, 2012; CSI, 2012a)

Sendo o calcário uma das matérias-primas principais deste sector, é comum algumas das empresas possuírem pedreiras associadas às fábricas. A localização das pedreiras é um factor decisivo para a localização das fábricas, pois permite a diminuição de custos associados ao transporte, sendo frequente verificar-se o transporte do calcário britado entre a pedreira e a fábrica com recurso a telas transportadoras (Garcia, 2008).

Segundo o Documento de Referência da Comissão Europeia (BREF) (Comissão Europeia, 2013) sobre as melhores técnicas disponíveis, a escolha do processo de fabrico é o factor com maior impacte na redução de uso energético e emissões, optando-se nas novas fábricas um processo por via seca, que utiliza uma pré-calcinação, fornos de via seca e torres de ciclones para pré-aquecimento em etapas. Neste tipo de sistema, os gases de exaustão e o calor recuperado dos arrefecedores são utilizados para o pré-aquecimento e a pré-calcinação da farinha de crú antes da entrada no forno, fornecendo poupanças significativas em termos de consumos de energia. Uma grande parte da produção de clínquer mundial utiliza ainda processos húmidos que consomem mais energia e são mais dispendiosos, no entanto, na Europa, mais de 90 % da produção recorre ao processo por via seca.

Para além da produção de produtos de construção, a indústria cimenteira fornece uma importante capacidade de tratamento de resíduos utilizando uma solução eficaz de gestão, sem financiamento público. Através do co-processamento, é dado um destino final definitivo, adequado, seguro, ambientalmente sustentável e economicamente competitivo para as diversas tipologias de resíduos, utilizando-os como combustíveis alternativos e/ou matérias-primas secundárias na produção de cimento. Esta operação é regulamentada e licenciada por órgãos ambientais competentes e é considerada fundamental para a estratégia de negócios do sector assim como para a gestão de resíduos da sociedade. Através da utilização de co-processamento é possível diminuir emissões globais de GEE pois a utilização de combustíveis alternativos provenientes de outras indústrias, incineradoras e/ou aterros, influenciam diretamente a quantidade de combustíveis fósseis utilizada para fabrico de cimento (Figura 2.2) (CEMBUREAU, 2014a; AVE, 2014).

As características do processo de fabricação de cimento com as temperaturas de 1400-2000°C dos fornos combinadas com elevados tempos de residência do material exposto e um ambiente altamente oxidante garantem um processo de co-processamento seguro e consistente que promove a saúde e a protecção ambiental e representa uma alternativa reconhecida como apropriada para a destruição térmica de resíduos industriais (CEMBUREAU, 2014a; Lamas *et al.*, 2013)



**Figura 2.2: Diminuição das emissões globais através da utilização de co-processamento (adaptado de: CEMBUREAU, 2009)**

É necessário garantir que as matérias-primas secundárias sejam adequadas, fornecendo os componentes necessários para a formação de clínquer, sem interferência na qualidade do mesmo. Através da utilização de matérias-primas alternativas diminui-se a dependência das matérias-primas da pedra, contribuindo para uma menor pegada ambiental da actividade (CEMBUREAU, 2014b).

Um dos desafios futuros na indústria do cimento é conseguir utilizar uma maior variedade de matérias-primas secundárias, originárias de subprodutos de outras indústrias ou diretamente a partir de outros fluxos de resíduos (Schneider *et al.*, 2011).

A Intertox realizou uma extensa avaliação do risco de co-processamento na fábrica Secil-Outão para estimar os riscos potenciais que as emissões podem representar tanto para a saúde humana como para o ecossistema. Essa avaliação foi feita com base num cenário pessimista, simulando o efeito cumulativo de ocorrências menos favoráveis e concluiu-se que esta prática não tem qualquer impacte significativo na saúde da população ou no meio ambiente local (Intertox, 2007).

O co-processamento apresenta-se como uma grande oportunidade de negócio para o sector porque é economicamente mais rentável (5 a 10 vezes) para os detentores de resíduos enviarem os seus resíduos para as fábricas de cimento em vez do envio para incineração. O envio de resíduos para co-processamento nas fábricas de cimento pode também ter um custo mais baixo do que o envio para aterro, consoante o resíduo em causa (Lamas, 2013).

Sendo o cimento um material versátil, robusto e durável, é considerado essencial na adaptação às alterações climáticas. Para combater as suas consequências, como a maior frequência de eventos climáticos extremos, o cimento pode ser vantajoso na protecção e resistência a

inundações, fogos, e erosão (Boston Consulting Group, 2013) assim como desempenha também um papel fundamental na garantia de abastecimento de água potável e energia (Secil, 2013).

Segundo a Lafarge (2014) no seu relatório anual, o crescimento do mercado mundial do cimento tem sido de 5 % ao ano, mostrando um elevado potencial do sector para o futuro (Figura 2.3).

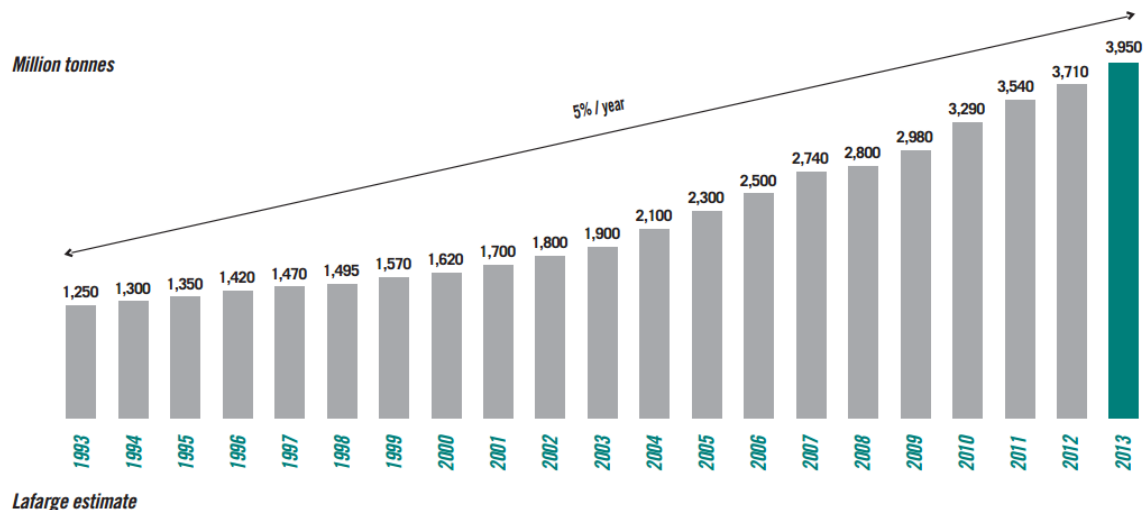


Figura 2.3: Evolução do mercado mundial do cimento (Lafarge, 2014)

### 2.1.2 O sector cimenteiro em Portugal

Existem actualmente em Portugal duas empresas produtoras de Cimento, a Secil e a Cimpor. Existe uma terceira empresa, a CMP (Cimentos Maceira e Pataias S.A.), que foi adquirida pela Secil em 1994, passando esta a ser detentora das fábricas de cimento “Maceira-Liz” e “Cibra-Pataias”. A distribuição das duas empresas presentes em Portugal e no mundo está representada na Figura 2.4.

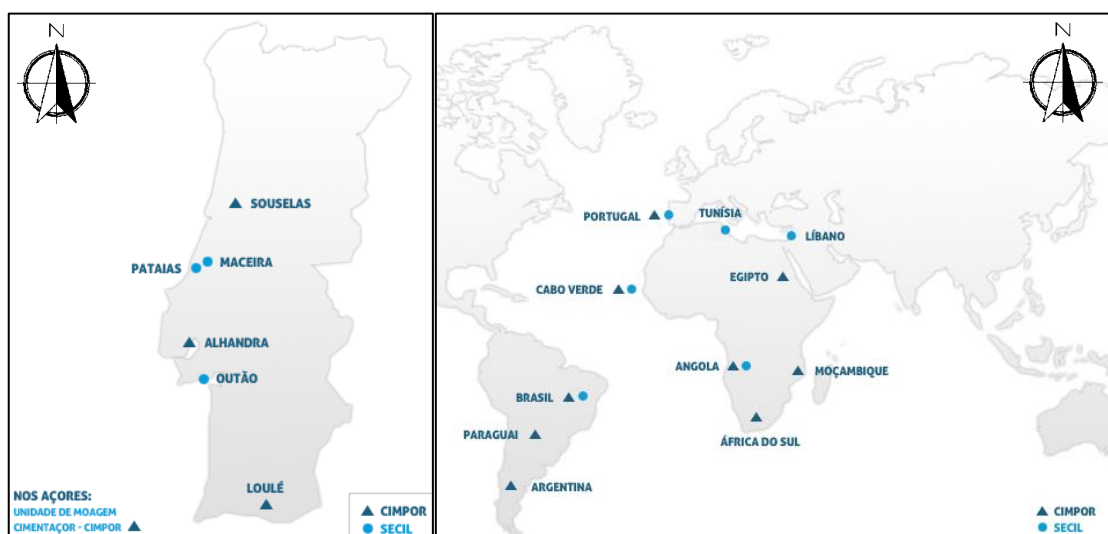
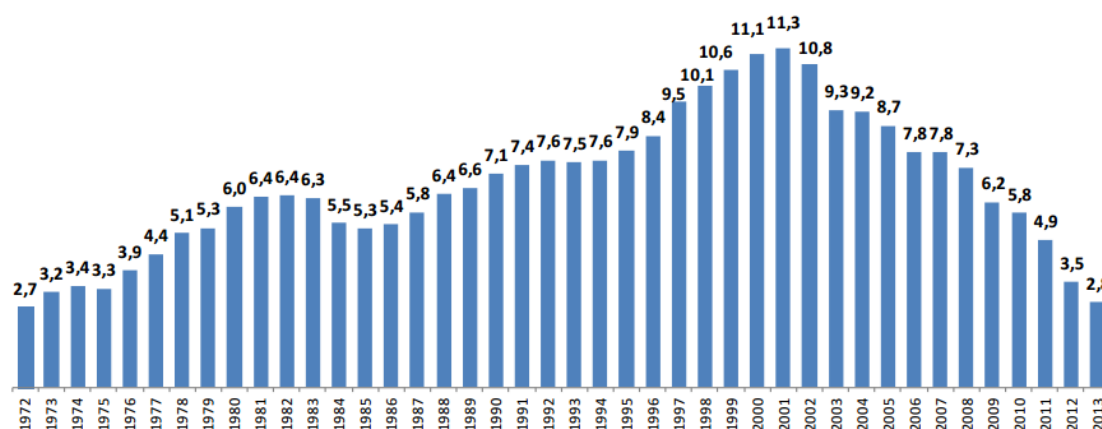


Figura 2.4: Presença das empresas Secil e Cimpor em Portugal e no Mundo (ATIC, 2014)

A organização representativa da indústria de cimento em Portugal é a ATIC (Associação Técnica da Indústria de Cimento) que desenvolve uma actividade de acompanhamento de processos legislativos que têm, directa ou indirectamente, impacte na indústria de cimento. Esta organização tem como áreas de intervenção fundamentais o ambiente, a energia, as alterações climáticas, a qualidade, a tecnologia, a competitividade, a fiscalidade, a saúde e a higiene e segurança.

O consumo de cimento apresentou um decréscimo significativo nos últimos anos em Portugal, atingindo em 2013 o valor mínimo dos últimos 40 anos (Figura 2.5).



**Figura 2.5: Consumo de Cimento em Portugal (Mt)**  
(Secil, 2014a)

Esta tendência é justificada pela diminuição do número de obras no país derivado à crise económica e financeira que se fez sentir e correspondente queda no investimento. Desde o início da crise global, em 2008, perdeu-se um em cada sete empregos e o volume do investimento produtivo foi reduzido em mais de um terço (OIT, 2013).

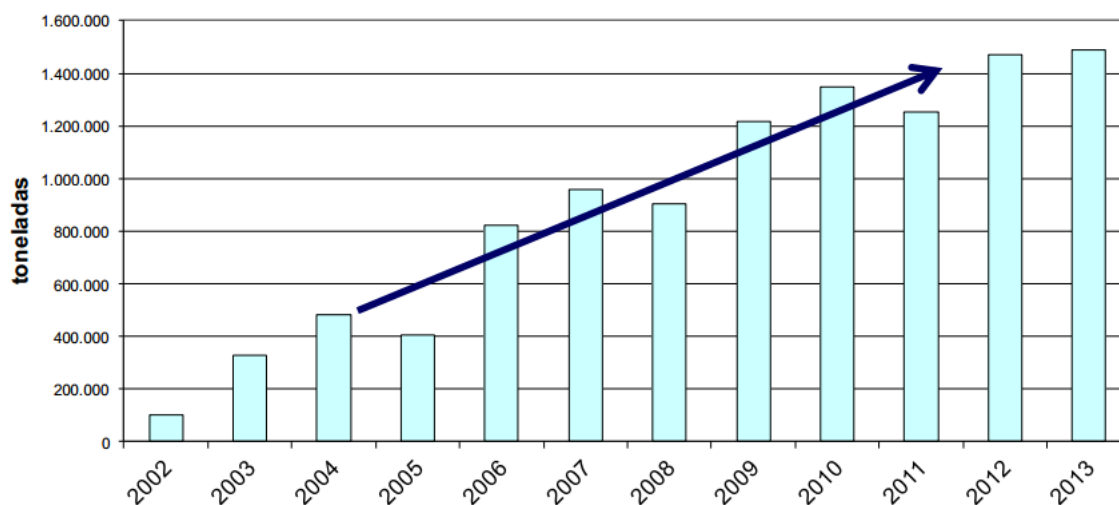
Segundo a OIT – Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2013), a queda no investimento é um reflexo das perspectivas limitadas da procura devido ao estado do sistema de crédito que apresentava em 2013 taxas de juro que quando comparadas com as de outros países da Europa (para novos empréstimos a empresas não financeiras) apresentam um valor mais que duas vezes superior, enquanto antes da crise estes valores eram aproximados.

O crescimento das exportações em Portugal constitui uma resposta positiva, que mostra que a economia tem capacidade de evoluir e competir nos mercados mundiais (OIT, 2013).

Em Portugal, a capacidade de produção de cimento pelas 2 empresas presentes é de 11,4 Mt e apenas 23 % é vendido no mercado nacional. A elevada capacidade de produção aliada ao baixo consumo nacional faz com que este sector tenha um elevado potencial para exportação (Secil, 2014a).



As exportações de cimento apresentam uma tendência para aumentar tanto na Secil, que exportou 1,5 Mt para 26 países diferentes (Figura 2.6), como na Cimpor, cujo volume exportado cresceu 75 % face a 2012, apresentando em 2013 um valor de 2,5 Mt (Cimpor, 2013).



**Figura 2.6: Exportações da Secil 2002-2013**  
(Secil, 2014a)

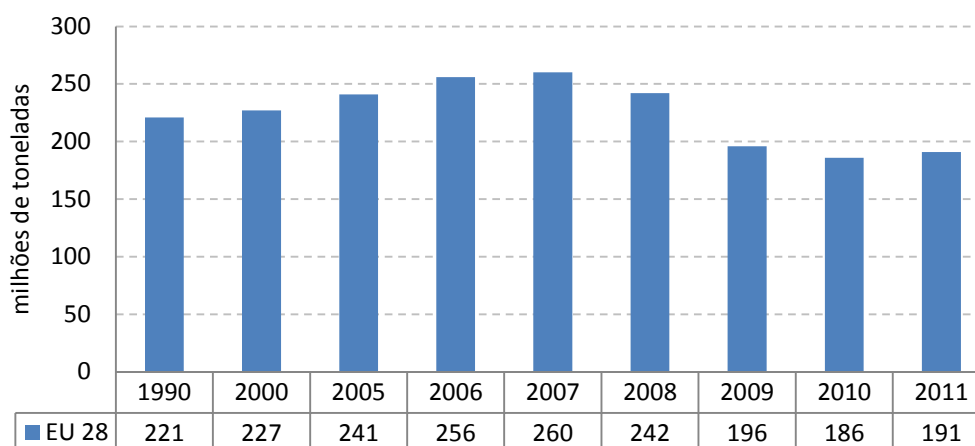
Segundo o Relatório & Contas de 2013 da Cimpor (2014), Portugal é considerada uma plataforma privilegiada para a exportação de cimento por 3 razões:

- A qualidade dos activos operacionais instalados em Portugal bem como a sua mão-de-obra altamente qualificada;
- A mais-valia das infraestruturas portuguesas que permitem escoar por linha férrea e via marítima elevadas quantidades de cimento e clínquer;
- O posicionamento geoestratégico de Portugal que viabiliza financeiramente a venda de cimento e clínquer em geográficas tão dispersas quanto a América Latina, noroeste de África e a costa ocidental africana.

### **2.1.3 O sector cimenteiro na Europa**

O declínio no consumo de cimento na UE tem sido significativo, verificando-se uma redução de cerca de 19 % em 2012 em relação ao ano anterior. Esta redução foi particularmente verificada nos países do Sul da Europa como a Itália, Espanha e Grécia, que tiveram as maiores taxas de declínio, entre os 20 % e os 39 %. Outros países da Europa Central relataram também taxas negativas no consumo, apesar de serem mais moderadas: a Alemanha registou uma queda de 4,5 %, a França de 6,7 %, a Bélgica de 9,1 %, a Holanda 12 %, e a Polónia de 17,8 % (Oficemen, 2013).

Como se pode verificar na Figura 2.7, a produção de cimento na Europa foi crescente desde 1990 e atingiu um máximo em 2007, apresentando a partir daí uma tendência decrescente.



**Figura 2.7: Evolução da produção de cimento na UE28**  
(adaptado de: World Cement, 2014)

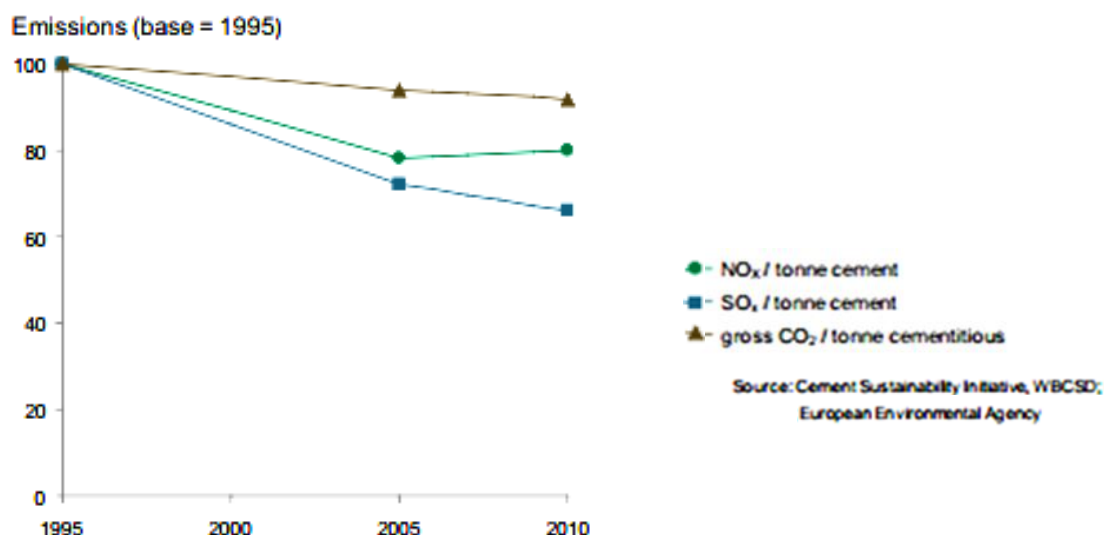
Ao longo do tempo, houve uma diminuição da utilização do processo por via húmida, evoluindo-se assim em muitas fábricas para processos por via seca, com pré-aquecimento e utilização de um pré-calcinador, referido anteriormente como o processo com menores consumos energéticos e maior desempenho ambiental.

O Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento de Sustentável (WBCSD: *World Business Council for Sustainable Development's*) desenvolveu, através do *Cement Sustainability Initiative* (CSI), a base de dados *Getting the Numbers Right* (GNR) com o objectivo de recolher dados agregados anonimamente a partir de uma grande amostra de produtores de cimento, em vários países e regiões e fornecer informação sobre os níveis de emissões do sector (Fonta, 2012).

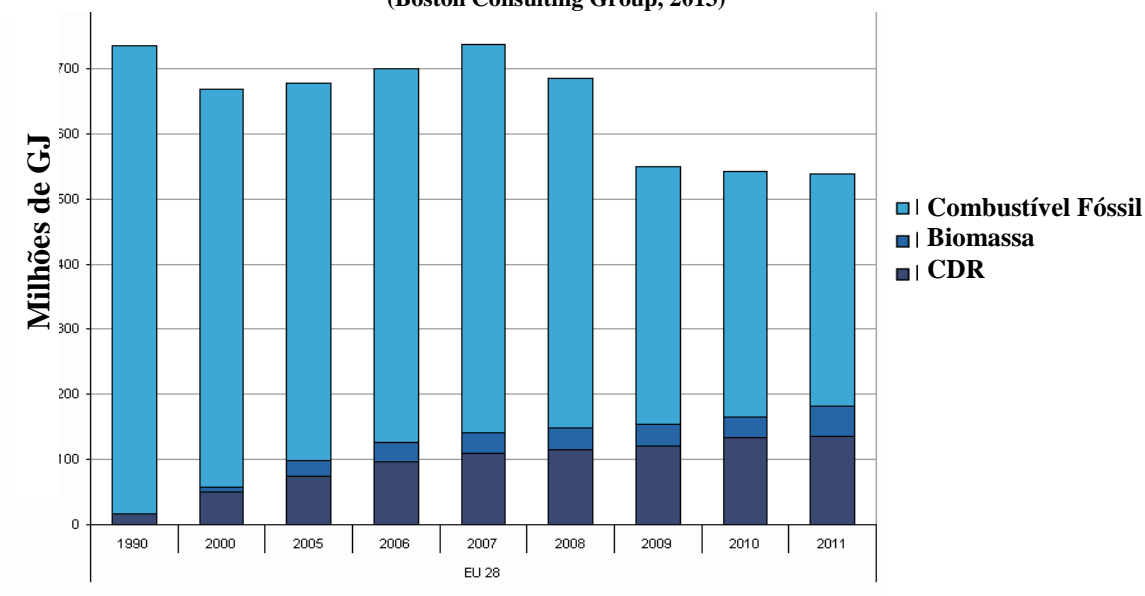
Como é utilizado um protocolo comum de medição, notificação e análise de dados, esta é uma ferramenta de *benchmarking* que fornece as informações necessárias para permitir que a indústria controle e compare o seu desempenho com as restantes indústrias do sector. Esta base de dados é dirigida por um prestador de serviços independente, o *PricewaterhouseCoopers* (PwC), o que garante a verificação externa e garantia de que a GNR é uma fonte fiável e independente de informação. Em 2012, mais de 95 % das instalações de produção de cimento na Europa já relatava os seus dados à GNR, mas a nível mundial apenas 930 instalações reportam, representando apenas 25 % da produção mundial (Fonta, 2012).

Portugal fornece os seus dados a esta base de dados, no entanto os resultados não estão disponíveis para consulta, pois a GNR tem de obedecer às leis da concorrência e assegurar a confidencialidade dos dados das empresas, pelo que, como só há duas empresas portuguesas a reportar, a publicação dos dados do país implicaria que ambas soubessem os resultados da empresa concorrente.

De acordo com a base de dados GNR, de 1995 a 2010, a indústria de cimento na UE-27 reduziu as suas emissões brutas de CO<sub>2</sub> em 10,3 % por tonelada de cimento (Figura 2.8), aumentou o uso de combustíveis alternativos em quase sete vezes e diminuiu quase nove por cento do consumo de energia térmica para produzir uma tonelada de clínquer (Boston Consulting Group, 2013). Na Figura 2.9 podemos também verificar que existiu tanto um aumento na utilização de biomassa como de combustível derivado de resíduo (CDR), contribuindo para uma diminuição gradual da utilização de combustíveis fósseis.



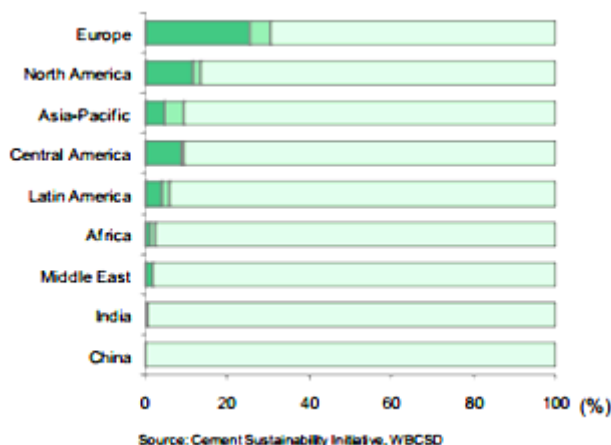
**Figura 2.8: Evolução das emissões europeias de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> (Boston Consulting Group, 2013)**



**Figura 2.9: Evolução da utilização de combustíveis na UE-28 (World Cement, 2014)**

Em 2012, nos Estados-Membros da União Europeia a taxa média de substituição de combustíveis fósseis assumiu um valor de 34,3 %, sendo que alguns atingiram uma substituição

acima dos 60 %, com fábricas que garantem 100 % de utilização de combustíveis alternativos. Através desta substituição, a Europa economiza o equivalente a 6,6 milhões de toneladas de carvão por ano e apresenta-se como líder mundial na utilização de combustíveis alternativos (Figura 2.10) (CEMBUREAU, 2014c; Boston Consulting Group, 2013; Oficemen, 2013).



**Figura 2.10: Utilização de combustíveis alternativos por região em 2010**  
(Boston Consulting Group, 2013)

A Comissão Europeia publicou um manifesto em que destaca a importância de uma transição para uma economia circular, onde os recursos são utilizados de forma mais eficiente assim como se reintegram resíduos gerados nos processos de produção. De acordo com a literatura, países como a Bélgica, a Dinamarca, a Alemanha, a Áustria, a Suécia e a Holanda são exemplos a seguir, uma vez que depositam em aterro menos de 3 % dos seus resíduos (Oficemen, 2013).

Na Europa, a CEMBUREAU é a organização representativa da indústria de cimento que comunica a visão do sector sobre todas as questões e desenvolvimentos políticos no que diz respeito a processos técnicos, desempenho ambiental e energético, assim como questões promocionais (CEMBUREAU, 2014).

A indústria cimenteira europeia é considerada pela Boston Consulting Group (2013) a líder mundial em termos de melhorias no processo e eficiência dos recursos e é caracterizado por ter um processo de produção que está em conformidade com normas rígidas da UE (de emissões ambientais e de efeito estufa), e uma actividade extractiva que cumpre as normas de abastecimento responsáveis.

## 2.2 Questões ambientais do sector cimenteiro

O presente sub-capítulo pretende fazer a ligação do sector cimenteiro com a vertente ambiental. Para tal, são apresentados os aspectos ambientais associados, os SGA's aplicáveis, os documentos de referência das melhores técnicas disponíveis. São também desenvolvidos outros temas como a avaliação de desempenho ambiental através de indicadores e índices, o *benchmarking* ambiental e as tendências actuais na gestão ambiental no sector.

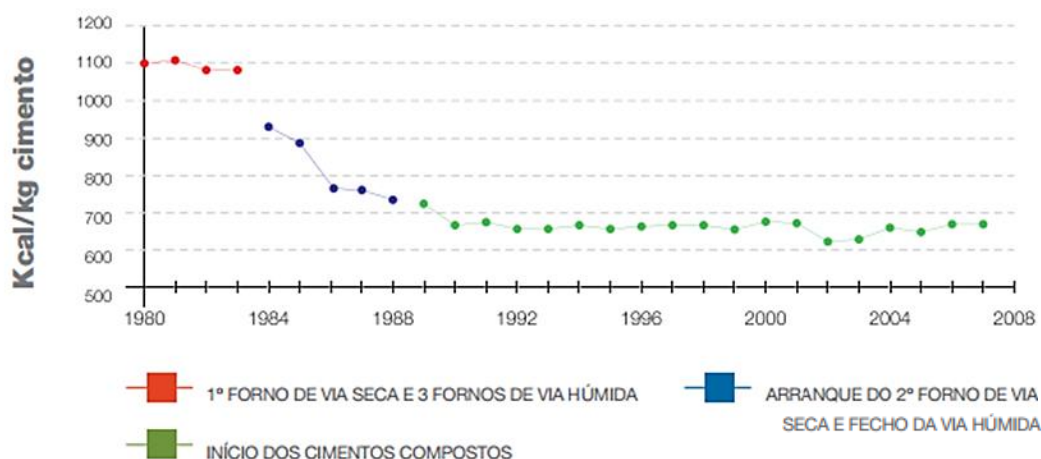
### 2.2.1 Principais aspectos ambientais significativos

*“Entende-se por «aspeto ambiental» um elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que tem ou pode ter um impacte no ambiente. Os aspetos ambientais podem estar relacionados com os fluxos de entrada (consumo de matérias-primas e energia, por exemplo) ou de saída (emissões para a atmosfera, produção de resíduos, etc.)”* Comissão Europeia, 2013.

Na indústria cimenteira, ao longo das várias etapas do processo de fabrico de cimento existem diversos impactes no ambiente, sendo os mais significativos: a emissão de poluentes atmosféricos, a utilização de combustíveis fósseis, de energia eléctrica e de matérias-primas naturais (Secil, 2010).

Segundo Chen *et al.* (2010), o processo de produção de clínquer na fábrica (em que o autor inclui a mistura de matérias-primas, o processo de cozedura e considera os impactes da produção de combustíveis primários) é o que tem uma maior contribuição nas seguintes 5 categorias de impacte: aquecimento global, ecotoxicologia terrestre, oxidação fotoquímica, acidificação e eutrofização. Os impactes associados ao aquecimento global são devidos quase exclusivamente a emissões de CO<sub>2</sub> e em termos de impactes na acidificação devem-se às emissões de SO<sub>x</sub> (34 %), NH<sub>3</sub> (30 %), N<sub>2</sub>O (17 %), SO<sub>2</sub> (13 %) e NO<sub>x</sub> (6 %). Os impactes na ecotoxicologia marinha estão relacionados com emissões de flúor e seus compostos inorgânicos (54 %), barite e bário (34 %) e outros metais pesados como o vanádio (3 %).

Estas emissões estão de acordo com a directiva europeia IPPC (Industrial Pollution Prevention and Control) de 2001 que define uma lista de poluentes principais na fabricação de cimento. Existe uma variabilidade de resultados entre fábricas de cimento, o que demonstra que os impactes ambientais do sector dependem fortemente da tecnologia utilizada (Chen *et al.*, 2010), como se pode verificar também na Figura 2.11 que mostra as alterações feitas pela Secil ao longo do tempo para melhorar a sua eficiência energética e respectivos resultados.



**Figura 2.11: Consumo específico de energia térmica (Secil, 2008)**

Em termos de tecnologias utilizadas, a Comissão Europeia produziu documentos de referência (BREF's) para vários sectores, nomeadamente para a produção de cimento, cal e óxido de magnésio, com o objectivo de reunir informação sobre as Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) em termos sectoriais. A necessidade destes documentos decorreu da Directiva IPPC que obrigava ao licenciamento ambiental em condições baseadas nas MTD e é actualmente uma exigência da IED (Industrial Emissions Directive – Directiva 2010/75/UE), directiva que substituiu a IPPC (APA, 2014).

Segundo o BREF (Schorcht *et al.*, 2013), as emissões mais significativas provenientes de fábricas de cimento, e que necessitam de tratamento são: partículas, óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ) e de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ). São também considerados no BREF outras emissões como os compostos orgânicos voláteis (COVs), Policlorodibenzodioxinas (PCDD) e policlorodibenzofuranos (PCDF) e cloreto de hidrogénio (HCl). Pode também haver necessidade de considerar as emissões de óxidos de carbono (CO,  $\text{CO}_2$ ) conforme o combustível utilizado, ácido fluorídrico (HF), amônia ( $\text{NH}_3$ ), benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), hidrocarbonetos poliaromáticos (PAH), metais e seus compostos, ruídos e odores em circunstâncias especiais. Estas emissões atmosféricas dependem ainda de diversos parâmetros, como a tipologia das matérias-primas e dos combustíveis utilizados, bem como do tipo de processo seleccionado.

A monitorização da gama de emissões consiste num importante custo operacional das fábricas de cimento. Normalmente na indústria é utilizada a mais recente tecnologia de controlo e monitorização das emissões, atingindo valores anuais entre os 75 000 € e os 150 000 € que dependem da natureza e frequência das amostragens definidos nas licenças ambientais de cada local (CIF, 2003).

Existe emissão de partículas através das chaminés e difusa através da poeira proveniente do acondicionamento, transporte e manuseio de material dentro das instalações. Esta poeira é de natureza mineral com constituintes semelhantes aos do cimento (sílica, alumina, compostos de ferro e cálcio). A evolução da tecnologia melhorou o funcionamento dos equipamentos de tratamento de gases das chaminés e através da utilização de precipitadores eletrostáticos e filtros de mangas foi possível reduzir as emissões de partículas no fabrico de cimento (CIF, 2003).

Os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) são gerados pela queima de combustíveis a temperaturas elevadas, e as suas emissões no processo de produção de clínquer dependem do tipo de combustível assim como da temperatura da chama utilizada. Através do uso de combustíveis alternativos derivados de resíduos com menor teor de azoto na sua constituição, conseguem-se temperaturas de chama reduzidas que contribuem assim para uma redução de emissões de NO<sub>x</sub> (CIF, 2003).

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) emitido no processo de fabrico do cimento é formado essencialmente a partir da oxidação do enxofre volátil presente nas matérias-primas, mas em algumas configurações específicas do processo pode resultar da oxidação do enxofre presente nos combustíveis utilizados (CSI, 2012b)

A distribuição de temperatura e longo tempo de residência nos fornos rotativos de cimento oferecem condições particularmente favoráveis para a destruição de compostos orgânicos, tais como as dioxinas, razão pela qual são medidas concentrações muito baixas de compostos de dioxina no gás de exaustão dos fornos. Estas emissões são independentes dos tipos de matérias-primas e combustíveis utilizados para a fabricação de cimento (CIF, 2003).

Nas instalações de fabricação de cimento foram concebidos processos para controlar e tratar a água de superfície de modo a que haja um impacto mínimo de descarga do excesso de água para o ecossistema local. Os poluentes contidos na água são principalmente sólidos dissolvidos e em suspensão e o tratamento através de tanques de decantação, aliado a adequadas práticas de monitorização, conseguem garantir que a água tratada é de uma qualidade igual ou superior à água do local da descarga (CIF, 2003).

Segundo o CIF (2003), as emissões de gases de efeito estufa (GEE) são produzidas a partir de três fontes primárias associadas à produção de cimento:

- i. Processo químico de produção de clínquer (52 %);
- ii. Queima de combustíveis fósseis no forno (36 %);
- iii. Emissões indiretas de energia eléctrica comprada (12 %).

Estas emissões podem ser reduzidas através de um aumento do uso de aditivos minerais de forma a reduzir a componente de clínquer no cimento (consequente redução efectiva das

emissões de processo químico), do aumento da utilização de matérias-primas e combustíveis alternativos assim como da melhoria do desempenho da eficiência energética (CIF, 2003).

Quanto ao consumo de água, a produção de cimento requer água de refrigeração para equipamentos de grandes dimensões, e em sistemas de controlo de emissão de gases de escape. Geralmente água evapora-se durante os processos em questão utilizados, não interferindo em nenhum ecossistema aquático (European Commission, 2013).

Para produzir uma tonelada de clínquer, o consumo médio de matérias-primas da União Europeia é de 1,52 toneladas, sendo que a restante massa é perdida em forma de emissões de dióxido de carbono para a atmosfera, na reação de calcinação (Comissão Europeia, 2010).

Em resumo, a Comissão Europeia (2010) define as questões mais importantes para a prevenção e controlo integrado da poluição nas indústrias de produção de cimento:

- i. Redução de emissões para a atmosfera;
- ii. Utilização eficiente de energia;
- iii. Utilização eficiente de matérias-primas;
- iv. Minimização, valorização e reciclagem das perdas e resíduos dos processos;
- v. Utilização de sistemas eficazes de gestão ambiental e energética.

Podemos então concluir que na fase de exploração, os maiores impactes ambientais estão associados ao consumo de matérias-primas das pedreiras, ao elevado consumo térmico que provoca um uso intensivo de combustíveis, assim como às emissões de gases e partículas resultantes do processo de produção.

Na fase de construção de uma fábrica de cimento existem impactes negativos ligados ao uso do solo e à redução da biodiversidade da fauna e flora existente no local, que se mantêm durante as fases de exploração e desmantelamento, mas que podem ser minimizados através de boas práticas como projectos de recuperação paisagística e de valorização da biodiversidade, que tornam possível, por exemplo, a co-existência de instalações de produção de cimento e áreas protegidas, associada ao compromisso de recuperação do local.

### **2.2.2 Sistemas de Gestão Ambiental aplicáveis**

Num mundo dinâmico, o desenvolvimento sustentável é uma prioridade para qualquer organização, sendo o desempenho ambiental indissociável da gestão organizacional (APCER, 2014).

Um SGA é uma ferramenta usada por uma empresa para identificar, medir e gerir os efeitos de suas actividades sobre o ambiente. Estabelece os objectivos das organizações em termos de desempenho ambiental assim como um plano para alcançar essas metas (CEC, 2005).



Devem ser definidas metas para variadas áreas como a minimização de riscos para a saúde humana e para o ambiente, o uso de recursos naturais, prevenção e redução da poluição (CEC, 2005).

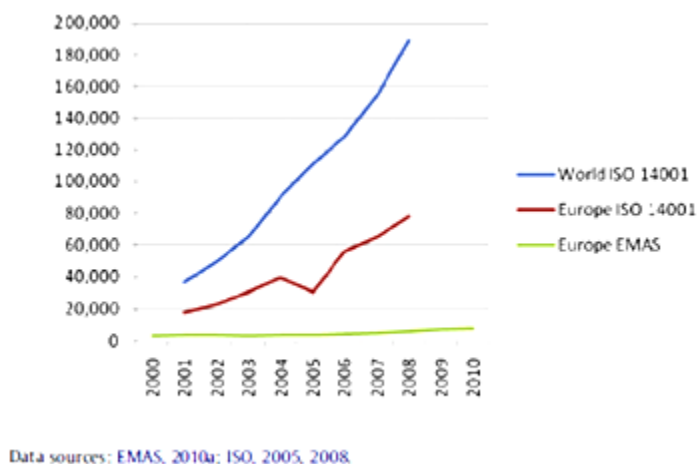
A implantação de um SGA obriga à identificação dos aspectos e impactes ambientais da organização, facilitando a intervenção no sistema com o objectivo de melhoria do desempenho ambiental, de uma forma contínua (Comoglio e Botta, 2012).

Existe uma variedade significativa de referenciais para a implementação de SGA's, justificada pelas diferenças de tamanho das organizações, as diferentes actividades, impactes e requisitos regulamentares associados, a cultura corporativa e compromissos políticos, mas todos utilizam a teoria do ciclo de *Demming* (também chamado de ciclo de melhoria contínua) que consiste em planear, implementar, avaliar, e actuar correctivamente para que se possam obter resultados cada vez melhores relativamente aos seus indicadores ambientais (CEC, 2005).

Existem dois documentos de referência que definem os requisitos de um SGA: a norma internacional ISO 14001:2004 e o Regulamento Europeu de Eco-Gestão e Auditoria EMAS. O sucesso destes dois documentos deve-se à flexibilidade dos seus requisitos, o que permite a qualquer organização estabelecer um SGA de acordo com suas características internas (Franchetti, 2011).

Os Estados-Membros e as autoridades locais apoiam a adopção do EMAS e da ISO 14001:2004 através de desagravamento regulamentar e medidas de incentivo, tais como extensão da duração das licenças ambientais, redução da inspecção e benefícios fiscais (Wätzold *et al.*, 2001).

A Figura 2.12 mostra que a certificação através da ISO 14001:2004 apresenta uma taxa crescente a nível mundial e europeu, com números muito superiores quando comparados com o registo no EMAS que demonstra também um crescimento ao longo dos anos, mas a uma escala muito menor (Neugebauer, 2012).



**Figura 2.12: Evolução de aplicação dos SGA ISO 14001:2004 e EMAS (Neugebauer, 2012)**

Segundo Neugebauer (2012), os dois SGA's são adoptados por razões diferentes, sendo na maior parte dos casos a ISO 14001:2004 implementada em resposta a uma pressão externa à organização, enquanto o registo no EMAS tem tendência a derivar de uma motivação interna.

Devido às suas semelhanças, os dois SGA chegaram a ser interpretados como concorrência directa, mas a ideia que a Comissão Europeia tem vindo a desenvolver é que a concorrência se pode transformar em complementariedade e actualmente a ISO 14001:2004 constitui uma das etapas para o registo no EMAS, uma vez que os seus requisitos são parte integrante dos critérios necessários para esse registo (Neugebauer, 2012; Morrow e Rondinelli, 2002).

Na ISO 14001:2004 e no EMAS, não são referidas ferramentas ou metodologias para o levantamento e avaliação dos aspectos ambientais, constituindo uma dificuldade para a implementação de um SGA. Cada organização pode utilizar o seu próprio método, existindo uma pluralidade de metodologias e uma necessidade de uma visão sectorial com vista a uma uniformização (Burman e Zobel, 2004).

A qualidade, o ambiente e a segurança e higiene no trabalho representam os principais desafios da gestão, sendo áreas fundamentais para o crescimento e desenvolvimento sustentável das organizações e o número de organizações que procura a certificação pelas normas respectivas em cada área – ISO 9001:2008 para a Qualidade, ISO 14001:2004 para o ambiente e OHSAS 18001:2007 para a Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (ou equivalente NP 4397) – tem sido crescente. É comum depois das três certificações, as organizações começaram de forma faseada, a conceber procedimentos integrados, fazendo a integração de dois sistemas (qualidade e ambiente ou ambiente e segurança), e quando possível, dos três sistemas (Sousa, 2012).

Segundo Jorgensen *et al.* (2006), a integração de sistemas de gestão, pode trazer benefícios administrativos para as organizações, permitindo economizar tempo e recursos. Um entendimento comum sobre processos genéricos de política, planeamento e implementação concede benefícios, nomeadamente na atribuição de responsabilidades, na elaboração de uma política comum, e na definição de metas e objectivos da organização (Lopes, 2011).

#### **2.2.2.1 International Organization for Standardization (ISO) 14001:2004**

A norma EN ISO 14001:2004 pode ser aplicada a todas as actividades, produtos e serviços de uma organização (APCER, 2009) e é constituída por um sistema cíclico com cinco fases principais (a elaboração de uma Política Ambiental, de um planeamento, implementação e operação do SGA, verificação e revisão pela gestão) tendo como objectivo uma melhoria contínua (Figura 2.13).



**Figura 2.13: Metodologia de implementação da ISO 14001:2004**  
(Adaptado de ISO, 2005; imagem de: <[http://www.spicesolutions.com/iso\\_14001.php](http://www.spicesolutions.com/iso_14001.php)> )

A norma ISO 14001:2004 centra-se na conformidade com as políticas estabelecidas, planos e procedimentos, mas não especifica requisitos para o desempenho ambiental além da conformidade com a legislação pertinente. As organizações que adoptem este SGA têm, no entanto a liberdade para definir metas que excedam o cumprimento dos requisitos (IPAC, 2009).

O International Accreditation Forum (IAF) e a International Organization for Standardization (ISO) elaboraram em conjunto uma declaração sobre os resultados esperados com a certificação acreditada pela ISO 14001:2004. Assim, é expectável que a organização (IPAC, 2009):

- i. Defina uma política ambiental de acordo com a sua natureza, escala e impactes ambientais das suas actividades, produtos e serviços;
- ii. Identifique os aspectos ambientais das suas actividades, produtos e serviços;
- iii. Tenha metodologias para identificação de legislação ambiental aplicável e outros requisitos relevantes, mantendo essa informação actualizada;
- iv. Implemente técnicas de controlo eficazes, capazes de verificar o cumprimento dos requisitos legais;
- v. Defina objectivos e metas ambientais mensuráveis, de acordo com os requisitos legais, e implemente programas para alcançá-los.
- vi. Garanta que os seus colaboradores estão conscientes dos requisitos do seu SGA;
- vii. Implemente procedimentos de comunicação interna;
- viii. Garanta que as operações associadas a espectos ambientais significativos, são realizadas sob condições específicas e monitorizadas;

- ix. Estabeleça procedimentos para tratamento e resposta a situações de emergência que possam ter efeitos no ambiente;
- x. Avalie periodicamente o cumprimento com os requisitos legais e outros aplicáveis;
- xi. Tenha como objectivo a prevenção de não conformidades, e implemente procedimentos para corrigir e analisar as causas de tais não-conformidades evitando a sua ocorrência;
- xii. Implemente procedimentos eficazes de auditoria interna e revisão pela gestão.

Um ponto crítico da ISO 14001:2004 é a ausência de requisitos específicos ou métodos operacionais que possam ser utilizados para medir a melhoria contínua (Brouwer e van Koppen, 2008; Zobel, 2008).

Para combater esta fraqueza, existe uma boa referência que é a ISO 14031, pertencente à família ISO 14000 (ISO, 1999) e que dá orientação para a avaliação de desempenho ambiental através de indicadores de desempenho ambiental. Apesar de ser indicada por muitos autores na literatura, considera-se que existe uma falta de conhecimento na aplicação explícita da ISO 14031 em empresas certificadas com a 14001 (Brouwer e van Koppen, 2008; Bahr *et al.*, 2003).

Autores como Brouwer e van Koppen (2008) e Testa *et al.* (2014) defendem que a certificação através da ISO 14001:2004 traz melhorias de desempenho ambiental a curto prazo, ou seja, maioritariamente na fase inicial, de implementação.

#### **2.2.2.2 EMAS - Sistema Comunitário de Eco-Gestão e Auditoria**

O Sistema Comunitário de Eco-Gestão e Auditoria (EMAS) é um instrumento de participação voluntária, dirigido às organizações que pretendam avaliar e melhorar o seu desempenho ambiental, sustentado num sistema de melhoria contínua e mantendo o público e outras partes interessadas informadas a esse respeito (APA, 2014).

A primeira versão do EMAS foi estabelecida em 1993 pelo Regulamento (CEE) n.º 1836/93, de 29 de Junho (EMAS I), e estava restrito à participação de empresas do sector industrial e de transformação. Com o reconhecimento da importância ambiental dos diversos sectores de actividade económica, verificou-se uma necessidade de revisão do documento no qual o Regulamento (CE) n.º 761/2001, de 19 de Março (EMAS II) veio permitir a participação de todo o tipo de organizações (APA, 2014).

A actual versão (EMAS III) entrou em vigor em 11 de Janeiro de 2010 com o Regulamento (CE) n.º 1221/2009, de 25 de Novembro e introduziu diversos elementos que melhoram a aplicabilidade e credibilidade do sistema, reforçando a sua visibilidade e o seu alcance já que a participação foi alargada a organizações situadas fora da Comunidade da União Europeia e é agora – como a ISO 14001:2004 – aplicável em todo o mundo através do EMAS Global (APA, 2014; Comunidades Europeias, 2011).

Com o EMAS III, a possibilidade de um registo único por empresa reduz os encargos administrativos e financeiros das organizações que possuam vários estabelecimentos (Comunidades Europeias, 2011).

A disponibilidade de informação das organizações registadas no EMAS através das respectivas declarações ambientais (DA's) permite assegurar a transparência em termos ambientais às partes interessadas e ao público em geral, possibilitando a comparação do desempenho ambiental de organizações nos diferentes sectores de actividade (APA, 2014).

Nas DA's encontra-se a informação sobre a estrutura e actividades de uma organização, a política e o SGA, os aspectos e impactes ambientais, o desempenho, os objectivos e metas ambientais e a sua conformidade com as obrigações legais aplicáveis em matéria de ambiente. O EMAS estabelece requisitos mínimos aplicáveis à declaração, mas as organizações têm a liberdade para definir o grau de pormenor, assim como a estrutura e o aspeto gráfico, desde que o teor seja claro, fiável e correto (Comissão Europeia, 2013).

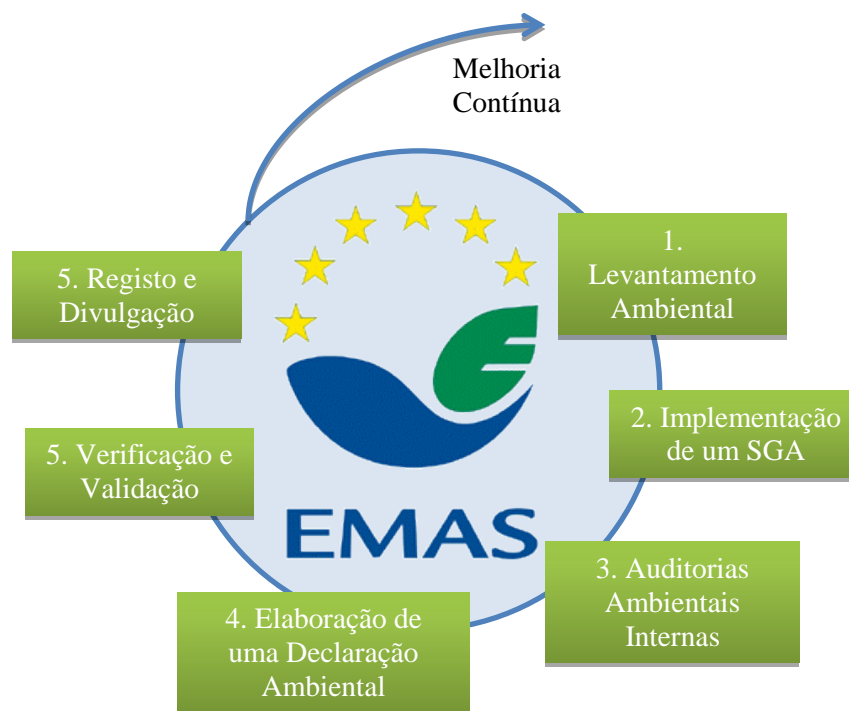
O EMAS é considerado pelas Comunidades Europeias (2011) o SGA mais credível e robusto no mercado, complementando com diversos elementos os requisitos da norma internacional para SGA's, a ISO 14001:2004.

Os critérios do EMAS são semelhantes aos da ISO 14001:2004, com a incrementação das seguintes componentes: a avaliação ambiental de referência, conformidade com a legislação garantida por um controlo governamental, compromisso de melhoria contínua do desempenho ambiental, participação dos trabalhadores e abertura perante o público e a publicação de uma DA pública e verificada por um auditor acreditado durante a auditoria de certificação (Comunidades Europeias, 2011; Testa *et al.*, 2013). As fases do registo no EMAS estão esquematizadas na Figura 2.14.

A DA é válida por três anos, sendo necessária uma actualização anual. Ao fim dos 3 anos, é necessária uma renovação do registo coincidente com a elaboração de uma nova declaração ambiental (APA, 2014).

Segundo o Guia de utilizador do EMAS, publicado pela Comissão Europeia (2013), devem constar nas declarações ambientais os indicadores-chave de desempenho que digam respeito aos aspectos ambientais directos das organizações, assim como outros indicadores considerados pertinentes para aspectos ambientais específicos, tendo em conta os documentos sectoriais de referência disponíveis.

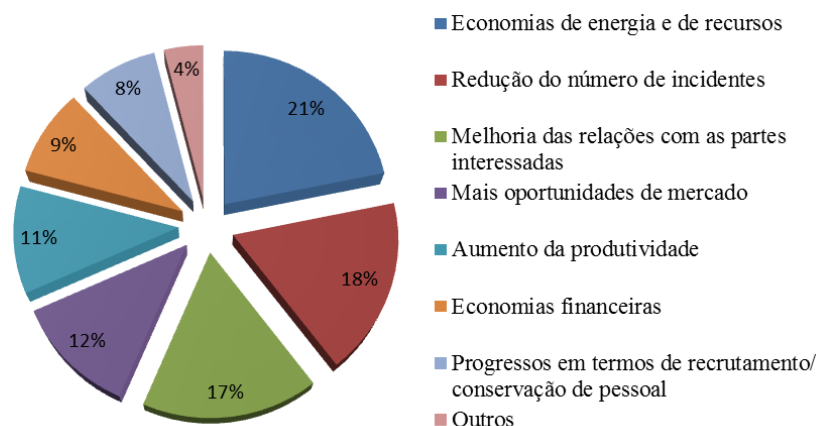
Segundo o guia de utilizador do EMAS, uma vez registada, a organização deve no prazo de um mês, após comunicação da APA, colocar à disposição do público e outras partes interessadas, a DA devidamente validada (Comissão Europeia, 2013).



**Figura 2.14: Processo de melhoria contínua subjacente ao registo no EMAS.**  
(Adaptado de APA, 2009)

Como o registo no EMAS é feito com a associação da classificação de actividades económicas NACE, é possível utilizar as DA para chegar a indicadores específicos de cada sector. Embora tal seja importante para a uniformização das comunicações ambientais, o principal objectivo da indústria é utilizar os dados para pesquisa e para uma padronização das políticas ambientais (Jasch, 2000).

Foi efetuado um estudo pela Comissão Europeia (2013) onde analisaram custos e benefícios do registo no EMAS. Como se pode verificar na Figura 2.15, a poupança de energia e de recursos obteve a maior pontuação (21 %), seguindo-se a redução do número de incidentes (18 %) e a melhoria das relações com os interessados (17 %).



**Figura 2.15: Benefícios decorrentes da aplicação do EMAS (% de respostas)**  
(adaptado de: Comissão Europeia, 2013)

Testas *et al.* (2014) defendem que a opção das empresas em registar-se no EMAS resulta numa oportunidade de estabelecer relações corporativas transparentes com o público e com as partes interessadas e isso desenvolve uma maior pressão para a melhoria contínua do desempenho ambiental.

### **2.2.3 Documentos de Referência das Melhores Técnicas Disponíveis**

Os documentos de referência (BREF's), foram criados com o objectivo de definir as Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) para os vários sectores de actividade abrangidos pela Directiva 2008/1/CE (Directiva IPPC). A sua elaboração é actualmente uma exigência da IED (Industrial Emissions Directive – Directiva 2010/75/UE) e tem por base uma troca de informações entre os Estados-Membros da UE, as indústrias interessadas, as organizações não governamentais que promovem a protecção ambiental e a Comissão Europeia (Comissão Europeia, 2013).

A IED entrou em vigor em 2011 e é a sucessora da directiva IPPC. A sua transposição para a legislação nacional dos Estados-Membros era obrigatória até 2013 e o objectivo da mesma é minimizar a poluição nas diversas fontes industriais em toda a União Europeia baseando-se em cinco princípios: abordagem integrada, melhores técnicas disponíveis, flexibilidade, inspeções ambientais e participação pública (European Commission, 2014a).

São consideradas MTD as práticas (que incluem procedimentos e tecnologias/equipamentos) que possam ser aplicadas em condições tecnicamente e economicamente viáveis e que sejam ambientalmente mais eficazes, evitando ou reduzindo emissões e o impacto no ambiente da actividade (APA, 2014). Assim as MTD são um conceito dinâmico e a revisão do BREF é necessariamente um processo contínuo (Schorcht *et al.*, 2013).

O documento de referência para as melhores técnicas disponíveis na produção de Cimento e Cal foi adoptado pela Comissão Europeia em 2001 e revisto em 2005, incluindo desde então as melhores práticas disponíveis para a produção de óxido de magnésio (Comissão Europeia, 2013).

Além das actividades básicas de produção, o documento abrange as actividades associadas com possíveis efeitos nas emissões ou na poluição, desde a preparação de matérias-primas e a expedição do produto acabado (Comissão Europeia, 2010).

Com o aparecimento da IED, a Comissão Europeia decidiu avançar em 2012 com a revisão do BREF, para que as conclusões das MTD pudessem ser utilizadas na sua implementação (Schorcht *et al.*, 2013).

As conclusões deste documento são estabelecidas através de um processo iterativo que envolve as seguintes etapas (Comissão Europeia, 2013):

1. Identificação das principais questões ambientais para o sector;
2. Exame das técnicas mais relevantes para abordar estas questões-chave;
3. Identificação dos melhores níveis de desempenho ambiental, com base em dados disponíveis na União Europeia e no mundo;
4. Análise das condições em que foram alcançados estes níveis de desempenho ambiental, tais como custos, efeitos de cross-media, e as principais forças envolvidas na implementação das técnicas;
5. Selecção das MTD's, os seus níveis de emissões (e outros níveis de desempenho ambiental) e da monitorização associadas a este sector de acordo.

#### **2.2.4 Avaliação do Desempenho Ambiental: Indicadores e Índices**

A implementação de um SGA obriga a um explícito compromisso de melhoria contínua do desempenho ambiental (Jasch, 2000) e segundo Perotto *et al.* (2008), este deve ser monitorizado através de medições, e gerido por indicadores que retratem a diversa informação ambiental disponível.

Em geral, os indicadores têm o propósito de (Jasch, 2000):

- i. Comparar o desempenho ambiental numa série temporal;
- ii. Destacar os potenciais de optimização;
- iii. Acompanhar o cumprimento de objectivos e metas ambientais;
- iv. Identificar de oportunidades de mercado e potenciais reduções de custos;
- v. Avaliar o desempenho ambiental entre empresas (*benchmarking*);
- vi. Ser uma ferramenta comunicacional para os relatórios ambientais;
- vii. Ser um instrumento de avaliação para informação e motivação da equipa de trabalho;
- viii. Conferir suporte técnico para o regulamento EMAS e norma ISO 14001:2004, assim como noutros SGA.

Um indicador deve também apresentar de forma clara e transparente a metodologia de recolha, de processamento de dados e de construção de indicadores, assim como deve ser constituído por valores mensuráveis (ou, pelo menos observáveis). Assim, os indicadores desejáveis são variáveis que resumem ou simplificam as informações relevantes sobre o estado de um sistema complexo (Perotto *et al.*, 2008).

Para a avaliação do desempenho ambiental, a série ISO 14030 apresenta uma metodologia que consiste numa definição geral, estrutura de trabalho e indicadores a utilizar. Com base na classificação da mesma norma, estes indicadores podem ser indicadores de desempenho da



gestão e indicadores de desempenho operacional. Os indicadores de desempenho da gestão fornecem informações sobre o empenho da administração em influenciar o desempenho ambiental das operações da organização enquanto os indicadores de desempenho operacional fornecem informações sobre materiais, energia, produtos, serviços, resíduos e emissões relacionadas com a organização (Nguyen e Hens, 2013). Segundo Bahr *et al.* (2003) existe um número limitado de experiências de aplicação desta norma nos vários sectores da indústria e à data do artigo, ainda nenhuma no sector cimenteiro.

Os indicadores-chave de desempenho apresentados pela Comissão Europeia (2013) e disponíveis nas DA aplicam-se a todos os tipos de organizações e estão divididos nos seguintes domínios: eficiência energética, eficiência dos materiais, biodiversidade, água, emissões e resíduos.

Depois de escolhidos os indicadores, é possível agregá-los em índices, que podem proporcionar uma mais concisa e compreensível leitura das informações já que fornecem informações a um nível que abrange um certo número de variáveis, sob a forma de um único valor (Perotto *et al.*, 2008).

Um índice tem o propósito de condensar significativamente grandes quantidades de informação e pode ser utilizado para comparar a evolução de uma situação ao longo do tempo assim como para comparar diferentes situações (Perotto *et al.*, 2008; Yale Center for Environmental Law and Policy, 2005).

Um índice ambiental tem a capacidade de (Perotto *et al.*, 2008):

- i. Refletir o estado de um recurso ambiental, a fim de compreender a dinâmica de um sistema ambiental ou a relação entre diferentes componentes ambientais;
- ii. Facilitar a análise na permutação de objectivos ambientais;
- iii. Ajudar a fazer a alocação de recursos e a tomar decisões políticas.

A agregação de indicadores, assim como a atribuição de pesos de acordo com importância de cada indicador único, constituem passos críticos devido à possibilidade de perda de informação que ocorre durante o processo de transformação dos dados em formas mais concisas e de mais fácil compreensão e comunicação, de acordo com o pretendido. A subjetividade desempenha um papel muito importante na atribuição de pesos e por isso é essencial que a metodologia de atribuição dos mesmos seja altamente transparente e definida de acordo com critérios mensuráveis (Perotto *et al.*, 2008).

Existem variados métodos de agregação e a escolha do mais adequado depende a finalidade do indicador assim como a natureza dos dados base. Os índices mais utilizados são compostos por

somas ponderadas ou médias geométricas ponderadas dos sub-índices (Yale Center for Environmental Law and Policy, 2005).

Segundo Karavanas *et al.* (2009) as agregações aditivas são preferencialmente utilizadas devido à sua simplicidade, a transparência e fácil entendimento. Têm sido estudadas e propostas funções de agregação aditiva que levam em conta os efeitos combinados e interações de todos os sub-índices para problemas relacionados com o ambiente e sustentabilidade.

Qualquer índice composto envolve julgamentos subjectivos, como a selecção dos indicadores ou sub-índices, a escolha do modelo de agregação, os pesos e o método de normalização. A qualidade de um índice depende da solidez dos seus pressupostos, e uma boa prática requer uma avaliação das incertezas associadas em cenários alternativos de diferentes hipóteses combinadas, com o objectivo de verificar qual o índice mais consistente e adequado ao objectivo do estudo (Karavanas *et al.*, 2009).

### **2.2.5 Benchmarking Ambiental**

É designado *benchmarking* ao processo de identificar, comparar e aprender com as melhores práticas e processos encontradas dentro e fora da organização, adaptando este conhecimento aos próprios processos. Esta ferramenta de gestão permite às empresas identificarem problemas operacionais específicos e novas oportunidades, obtendo vantagens estratégicas, operacionais e económicas para melhorar as suas práticas e processos e assim atingindo maiores níveis de competitividade (Lavorato, 2003; Eco Smes, 2004).

O *benchmarking* é também uma ferramenta de gestão para propôr metas, utilizando-se de normas externas e objectivas para aprender novos processos de gestão, reconhecido no meio empresarial como um método essencial para a prática da melhoria contínua (Lavorato, 2003).

Stapenhurst (2009) define as etapas fundamentais de um processo de *benchmarking*:

1. Definir o projecto ou a área do negócio a melhorar;
2. Encontrar organizações com o mesmo tipo de actividade e verificar os seus níveis de desempenho na área pretendida;
3. Encontrar as práticas das organizações associadas a um melhor desempenho;
4. Adaptar e adoptar as práticas identificadas, com vista a um melhor desempenho.

De acordo com o (Lavorato, 2003), o *benchmarking* pode ser classificado em dois tipos de actuação:

1. **Interno** – É o tipo de *benchmarking* mais utilizado e consiste na comparação das operações da empresa com as de um departamento interno da própria empresa ou de outras empresas do mesmo grupo. O objectivo é o de identificar o modelo a seguir,

com acesso a informação interna, normalmente de fácil acesso. As limitações decorrentes de um processo de âmbito apenas interno são a grande desvantagem deste tipo de *benchmarking*.

2. **Externo** – O *benchmarking* externo pode ser Genérico/Global ou Competitivo. Ambos os processos são descritos em seguida:

- i. **Genérico/Global** – Consiste na comparação entre empresas de diferentes sectores, normalmente reconhecidas como tendo as melhores práticas em produtos, serviços ou métodos, com o objectivo de identificar e determinar as melhores práticas em diversas áreas, mesmo fora do seu mercado. Como se tratam de empresas de diferentes indústrias, que não competem diretamente, existe abertura suficiente para a troca de informação.
- ii. **Competitivo** – Neste tipo de *benchmarking* o alvo é a concorrência directa, ou seja, empresas que desenvolvem o mesmo tipo de actividades. Pode ser realizada uma comparação dos produtos e serviços, assim como dos métodos de trabalho da empresa. O objectivo é o de aprender com a concorrência, identificando os seus pontos fracos e as oportunidades potenciais de melhoria. A principal dificuldade de aplicação deste tipo de *benchmarking* advém da disponibilidade das empresas para facultar os dados das respectivas actividades, principalmente, à concorrência.

Um *benchmarking* ambiental não difere da ideia e metodologia dos restantes processos de *benchmarking*, avaliando o desempenho ambiental de uma organização. Segundo a Agência Europeia do Ambiente, a designação *benchmarking* de desempenho ambiental é considerada a mais correcta para este tipo de processo (EEA, 2001).

Um *benchmarking* de desempenho ambiental é aplicável a qualquer processo ou organização e pretende associar o elevado desempenho na gestão ambiental e eco-eficiência às práticas utilizadas, fornecendo a oportunidade de adaptá-las à própria organização. A eco-eficiência refere-se a uma melhor qualidade ambiental, aliada a uma maior satisfação dos cidadãos e a um menor custo possível (EEA, 2001).

Os *benchmarks* consistem em padrões de desempenho que podem ser estabelecidos pelas organizações como um objectivo ou nível de desempenho esperado e traduzem a utilização das melhores práticas (EEA, 2001).

Stapenhurst (2009) apresenta o conceito como “linhas adicionadas aos gráficos de barras” dos resultados de indicadores, correspondentes a vários níveis de desempenho, como uma média, quartil superior, melhor desempenho, limite técnico ou outro nível de acordo com o objectivo

do *benchmarking*. Refere também que muitas das vezes é utilizado um nível de desempenho-alvo, considerado viável para um participante do *benchmarking*.

Nos documentos sectoriais de referência, a comissão Europeia define um valor de *benchmark* de excelência que reflete um desempenho ambiental exemplar e representa regra geral, 10 % do melhor desempenho do sector em geral, ou entre 10 % a 20 % dentro das organizações com melhor desempenho do sector (European Commission, 2014).

### **2.2.6 Tendências actuais na gestão ambiental no sector cimenteiro**

Em Portugal, todas as fábricas de cimento têm certificação de acordo com a ISO 14001:2004 e registo no EMAS. Este facto deve-se ao estabelecimento de um contrato de melhoria contínua do desempenho ambiental para o sector cimenteiro entre os ministérios da economia e do ambiente e o sector cimenteiro nacional em 1999. Nestes contratos, foram previstas acções e investimentos em vários domínios, nomeadamente na melhoria do controlo de emissões de partículas, na montagem de instalações de limpeza industrial, na monitorização ambiental e no aumento da eficiência energética de alguns moinhos, acções realizadas entre 1999 e 2004. No âmbito deste contrato foi ainda assumido, por parte de todas as unidades cimenteiras nacionais, o compromisso de obtenção do registo no EMAS, que foi conseguido em 2006 e 2007 pelas fábricas da Cimpor e Secil respectivamente (Secil, 2010; Cimpor, 2003).

O cenário europeu apresenta-se bastante diferente, já que existem apenas 23 fábricas de cimento registadas no EMAS das 414 fábricas de cimento a laborar em toda a Europa (Comissão Europeia, 2014; CSI, 2011).

Existem vários estudos sobre a influência da certificação de um SGA com base na norma ISO 14001:2004 ou do registo no EMAS, no desempenho ambiental das indústrias. Segundo Comoglio e Botta (2012) a implementação de um SGA aumenta o compromisso das empresas, o número de aspectos ambientais considerados pelas mesmas e os valores de investimento em melhorias ambientais.

Nguyen e Hens (2013) analisaram os resultados da aplicação da ISO 14001:2004 em 15 fábricas de cimento no Vietname (oito certificadas e sete não certificadas), através de questionários e indicadores ambientais. O Vietname apresenta um crescimento económico acentuado com a entrada em 2007 na Organização Mundial do Comércio e como consequência deste crescimento, houve um aumento dos impactes ambientais por parte das várias empresas. As empresas internacionais foram as primeiras a reconhecer a importância de um instrumento como um SGA para alcançar um crescimento sustentável e o potencial da indústria na melhoria da eficiência energética e implementaram SGA certificados como a ISO 14001:2004 (Nguyen e Hens, 2013).

Um dos objectivos dos autores foi analisar as diferenças entre as fábricas certificadas e as não certificadas em relação à sua gestão e desempenho operacional. Esta análise revelou que na gestão de fábricas certificadas se implementam melhores práticas ambientais do que nas fábricas não certificadas, apresentando uma atitude mais pró-activa (Nguyen e Hens, 2013).

O estudo de Nguyen e Hens (2013) confirmou que a aplicação da ISO 14001:2004 no Vietname levou a um maior cumprimento legal, uma maior comunicação e diálogo sobre questões ambientais assim como uma maior consciencialização dos funcionários.

Segundo o BREF de 2010 (European Commission, 2010), existe um elevado potencial de aplicação de SGA's especificamente no sector cimenteiro, devido a factores como:

- i. O impacte ambiental da possível desactivação de uma unidade fabril ou da fase de concepção de uma nova instalação;
- ii. A necessidade estar a par da evolução da tecnologia, acompanhando o desenvolvimento de tecnologias mais limpas;
- iii. A aplicação de *benchmarking* sectorial em uma base regular, que inclua a eficiência energética e actividades de conservação de energia, escolha de matérias-primas, emissões para a atmosfera, as descargas para o meio hídrico, consumo de água e geração de resíduos.

De acordo com a revisão de literatura da presente dissertação, procurar-se-á colmatar as lacunas identificadas, designadamente ao conceber e implementar uma metodologia para o *benchmarking* de desempenho e práticas ambientais de organizações do sector cimenteiro.



### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para chegar aos resultados da presente dissertação. A Figura 3.1 representa esquematicamente as principais etapas da metodologia, para uma mais fácil e rápida apreensão do processo global e todas as etapas são descritas em pormenor no decorrer do capítulo.

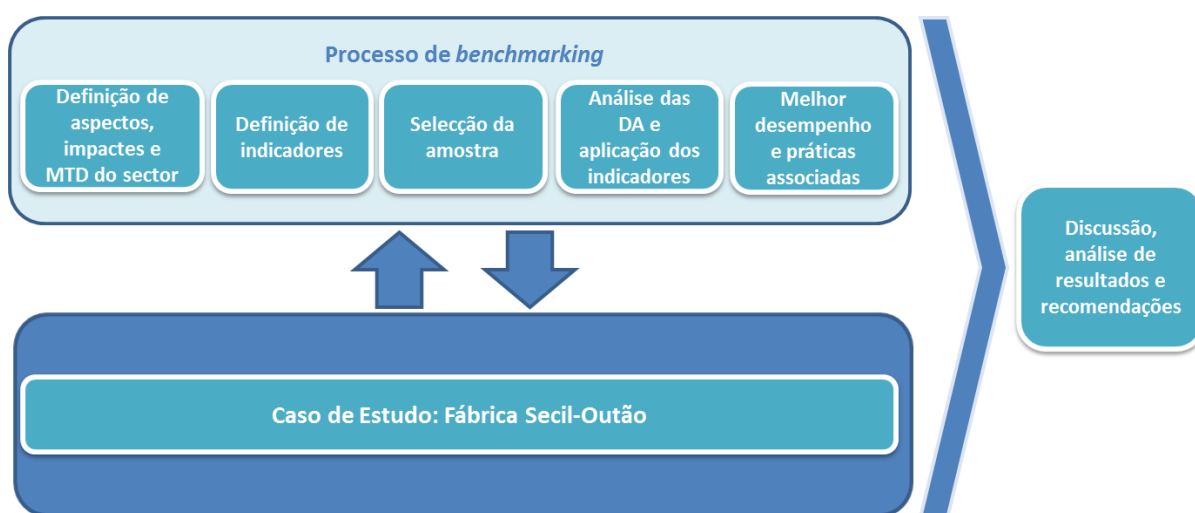


Figura 3.1: Representação esquemática da metodologia aplicada

A metodologia é composta por três fases principais: o **processo de benchmarking** e a aplicação dos conhecimentos obtidos através do **caso de estudo** que são processos em paralelo e que culminam numa fase de **discussão, análise de resultados e recomendações**.

#### 3.1 Processo de benchmarking

Na presente dissertação realiza-se uma análise de desempenho com base num processo de *benchmarking* externo e competitivo. A dificuldade relativa à disponibilidade dos dados foi contornada através da utilização dos dados presentes nas declarações ambientais das empresas (registadas no regulamento EMAS), obrigatoriamente disponíveis ao público.

##### 3.1.1 Definição de aspectos ambientais, impactes e MTD do sector

A definição de aspectos ambientais, impactes e MTD do sector foi realizada com recurso à literatura e à informação disponibilizada no caso de estudo.

Em termos de aspectos ambientais e impactes, foi consultado o levantamento de impactes ambientais dos vários sectores da fábrica Secil-Outão, assim como analisados artigos científicos que permitissem ter uma noção da evolução dos mesmos ao longo do tempo.

A definição das MTD's do sector é apresentada no BREF, tendo sido consultada a sua versão mais actualizada, referente ao ano de 2013.

### **3.1.2 Definição de indicadores para avaliação do desempenho ambiental**

Como os indicadores vão ser constituídos por informação disponível nas DA, foram elaborados de acordo com os domínios definidos pela Comissão Europeia para avaliação do desempenho ambiental nas DA. São estes: eficiência energética, eficiência dos materiais, biodiversidade, água, emissões e resíduos.

Os indicadores foram então definidos tendo em conta os domínios utilizados nas DA, partindo dos aspectos e impactes específicos do sector, definidos anteriormente.

Cada indicador é constituído por um valor A (entrada), um valor B (produção) e um valor R (rácio A/B) à excepção do indicador 3 relativo à percentagem de substituição térmica de combustíveis fósseis por combustíveis alternativos e o indicador 5 relativo à incorporação de matérias-primas secundárias que são expressos em percentagem.

O valor A pode variar caso a caso, mesmo dentro de cada domínio, expressando-se nas unidades mais adequadas com a finalidade de tornar o indicador mais representativo e fácil de interpretar.

O valor B referente à produção pode assumir 3 valores diferentes:

- i. Produção de clínquer (t ck)
- ii. Produção de cimento (t cim)
- iii. Produto fabricado (t PF) = cimento produzido + clínquer vendido

Houve necessidade de fazer a distinção entre estes 3 tipos de produção pois há impactes que ocorrem em certas fases do processo e faz mais sentido assumir um valor B específico (produção de clínquer ou de cimento) do que um genérico para todo o processo (produto fabricado).

O valor de PF não é igual à soma das produções de clínquer e cimento pois parte do clínquer produzido é incorporado no processo de produção de cimento e a soma das produções faria com que este valor fosse duplamente contabilizado.

### **3.1.3 Selecção da amostra**

A selecção da amostra foi efectuada em três etapas principais: acesso à base de dados do EMAS, recolha e análise das DA e definição da amostra final e da amostra analisável.



### **Acesso à base de dados do EMAS**

Foi realizada uma pesquisa na base de dados de registos no EMAS (European Commission, 2014b) com base no código NACE, uma nomenclatura oficial das actividades económicas na Comunidade Europeia. A pesquisa realizada em Junho de 2014 através do código de actividade 23.51 relativo à produção de cimento, resultou numa amostra inicial constituída por 23 fábricas de cimento distribuídas ao longo da Europa, verificando-se um maior número de registos em Espanha (10 fábricas) e Portugal (6 fábricas). O caso de estudo desta dissertação referente à fábrica de cimento Secil-Outão pertence à amostra recolhida.

### **Recolha e análise das DA**

Depois de obter esta lista, foi realizada uma pesquisa na Internet com base na informação disponibilizada na base de dados do EMAS para obtenção das declarações ambientais de cada fábrica de cimento. A lista das DA utilizadas está presente no Quadro I. 1, do Anexo I.

### **Definição da amostra final e da amostra analisável**

Através da análise das DA, houve necessidade de definir uma amostra diferente da disponibilizada na base de dados de registos do EMAS devido à existência de resultados não comparáveis/não disponíveis e de instalações registadas no EMAS que não constavam na base de dados.

#### *Exclusão de resultados não comparáveis/não disponíveis*

Com a análise das declarações ambientais, verificou-se que alguns dos resultados não eram comparáveis e os mesmos foram excluídos da amostra.

Isto deveu-se ao facto da pesquisa ter sido realizada através do código de actividade, o que fez com que outras empresas registadas no EMAS que tenham licença para a produção de cimento (e não sejam efectivamente fábricas de cimento) apareçam nos resultados e não sejam comparáveis.

Foi então excluída da amostra a Fábrica Celestica, uma fábrica cuja área de actuação é a fabricação de produtos electrónicos e que engloba vários códigos de actividade para a organização, nomeadamente a fabricação de diversos materiais, entre os quais, o cimento.

Não foi possível identificar uma das fábricas de cimento através dos dados disponibilizados pela base de dados do EMAS e portanto não foi encontrada a declaração ambiental, e esta entrada foi também excluída da amostra.

#### *Inclusão de outros resultados na amostra inicial*

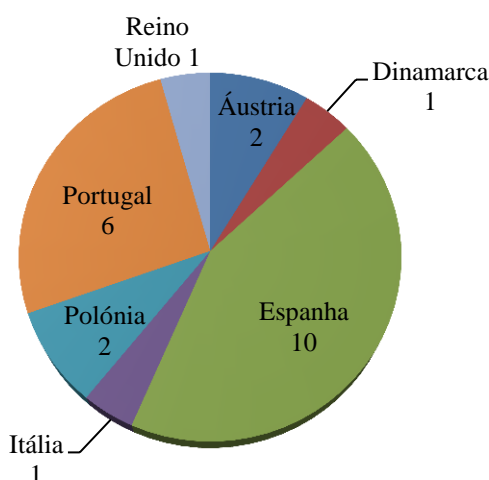
Através da pesquisa feita nas páginas de Internet das empresas com o objectivo de encontrar as declarações ambientais mais actualizadas, verificou-se a existência de outras fábricas de cimento registadas no EMAS que não faziam parte da base de dados do EMAS.

Como as declarações ambientais estavam disponíveis na página do grupo cimenteiro espanhol “*Grupo Cementos Portland Valderrivas*”, foi decidido incluir as fábricas de Hontória e de Mataporquera na amostra final.

#### *Constituição da amostra final e analisável*

A amostra final é constituída então por 23 fábricas de cimento europeias.

Na Figura 3.2 apresenta-se em detalhe a distribuição das cimenteiras registadas no EMAS, por país. Pode verificar-se que Portugal e Espanha são os países com mais fábricas de cimento registadas no EMAS.



**Figura 3.2: Número de cimenteiras registadas no EMAS por país (EMAS, 2014)**

A selecção da amostra analisável teve como critério o idioma das declarações ambientais e a disponibilidade das DA. Segundo o primeiro critério foram excluídas as fábricas da Áustria, Dinamarca e Polónia. Com base no idioma o objectivo seria analisar as restantes fábricas de cimento mas verificou-se a ausência da DA relativa à fábrica CEMEX do Reino Unido.

Foi utilizado o espaço respectivo na página de Internet da CEMEX para contacto e pedido de disponibilização da DA actualizada, mas não se obteve resposta e houve necessidade de excluir esta fábrica da amostra final analisável.

#### **3.1.4 Análise das DA e aplicação dos indicadores**

Depois de reunidas todas as DA, foram compilados os dados eletronicamente com o recurso ao *software* Microsoft Excel<sup>TM</sup>. Os indicadores seleccionados foram adaptados com base na informação disponível nas declarações ambientais e aplicados de acordo com os domínios de indicadores definidos para avaliação do desempenho ambiental. A elaboração dos indicadores resultou num processo de conversões de unidades a partir dos dados disponíveis nas DA, tendo em consideração a produção de cada fábrica para que os resultados dos indicadores sejam

comparáveis entre si. Em resultado desta análise, foi constituído o Quadro II. 1 com os dados tratados, presente no anexo II.

Depois de uniformizados dados, foram calculados os indicadores de desempenho, resultando um quadro de resultados detalhado dos indicadores de desempenho - Quadro III. 1, presente no anexo III.

### **3.1.5 Análise do melhor desempenho e práticas associadas**

Com base nos resultados dos indicadores e com recurso ao *software* Microsoft Excel<sup>TM</sup>, foram elaborados gráficos de barras para cada indicador, que representam o desempenho de cada fábrica presente na amostra analisada.

A Comissão Europeia define nos seus guias sectoriais já existentes um *benchmark* de excelência que reflete um desempenho ambiental exemplar e representa regra geral, 10 % do melhor desempenho do sector em geral, ou entre 10 % a 20 % dentro das organizações com melhor desempenho do sector. Como a amostra analisada na presente dissertação é constituída apenas por fábricas de cimento registadas no EMAS, foi admitido que estas são as empresas com melhor desempenho do sector.

Como não existe um guia sectorial, foi então definido um *benchmark* correspondente aos 20 % da amostra com melhor desempenho, ou seja a média aritmética dos 3 melhores resultados de cada indicador, também referidos como *top 3*. São também apresentados, sempre que possível, valores publicados em artigos científicos ou publicações do sector, para comparação e validação dos resultados obtidos.

Os indicadores são analisados individualmente, e através da análise das DA pretendem identificar-se as práticas implementadas que levam a um melhor desempenho e compilá-las de acordo com o indicador relacionado.

## **3.2 Caso de Estudo: Fábrica Secil-Outão**

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de um estágio curricular de 6 meses na fábrica da Secil-Outão. O estágio realizou-se no departamento de segurança, ambiente e Sistemas de Gestão e a empresa facultou os conhecimentos técnicos, assistência e aconselhamento indispensáveis à execução do mesmo. O contacto com uma empresa do sector cimenteiro foi uma mais-valia, pois foram desenvolvidas tarefas transversais às variadas áreas que permitiram um conhecimento detalhado dos processos, aspectos e indicadores do sector, indispensáveis para este estudo e representando um importante complemento à pesquisa bibliográfica.

A existência do caso de estudo forneceu informação ao processo de *benchmarking*, que decorria em paralelo, em termos de definição de aspectos, impactes, MTD do sector e dos indicadores específicos para uma correcta avaliação do desempenho ambiental.

Na fase de selecção da amostra, a fábrica da Secil-Outão estava presente na base de dados de fábricas de cimento registadas no EMAS e foi seleccionada para a amostra final analisável.

No final do processo de *benchmarking* o objectivo é conseguir relacionar o melhor desempenho com as melhores práticas utilizadas e conseguir utilizar estes resultados para uma avaliação específica do desempenho ambiental do caso de estudo.

### **3.3 Análise, discussão de resultados e recomendações**

Depois de analisar o contexto do desempenho ambiental do caso de estudo pretende-se fazer uma análise integrada dos resultados. A Secil-Outão foi contactada nesta fase de modo a recolher uma percepção sobre os resultados e um contributo para o desenvolvimento de recomendações com vista a melhorar o desempenho ambiental da empresa na qual foi desenvolvido o caso de estudo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo inclui os **resultados do benchmarking efectuado** e respectiva **discussão**, uma descrição do **caso de estudo** e seus resultados específicos.

### 4.1 Benchmarking de desempenho e melhores prácticas ambientais

A amostra final e analisável é composta por 16 fábricas de cimento de Espanha e Portugal, o que representa aproximadamente 70 % da totalidade de cimenteiras registadas no EMAS. Daqui em diante, por facilidade de representação gráfica, as instalações fabris vão aparecer associadas a um número de 1-16 (ID) de acordo com o Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Amostra final e analisável e ID associado

ID	Instalação	País	ID	Instalação	País
1	Fábrica de Alcalá de Guadaíra	Espanha	9	Fábrica Mataporquera	Espanha
2	Fábrica Monjos	Espanha	10	Fábrica de Hontoria	Espanha
3	Fábrica Vallcarca	Espanha	11	Fábrica de Loulé	Portugal
4	Fábrica de Alcanar	Espanha	12	Fábrica de Alhandra	Portugal
5	Fábrica de Lemona	Espanha	13	Fábrica de Souselas	Portugal
6	Fábrica de Lloseta	Espanha	14	Fábrica Cibra-Pataias	Portugal
7	Fábrica El Alto	Espanha	15	Fábrica Maceira-Liz	Portugal
8	Fábrica Olazagutía	Espanha	16	Fábrica Secil-Outão	Portugal

Será apresentado um gráfico para cada indicador, cujos resultados representam o impacto associado a cada fábrica e onde será possível também uma comparação com o valor de *benchmark* definido.

Nos 14 indicadores desenvolvidos, normalmente, resultados elevados do indicador representam um impacto negativo (nestes casos o gráfico será apresentado a vermelho), mas existem dois indicadores que são excepção e os seus resultados elevados implicam impactes positivos (neste caso o gráfico será apresentado a verde).

Ao longo dos resultados vai ser feita uma análise e discussão dos indicadores que permita identificar o *top 3* constituído pelas três fábricas com melhor desempenho, assim como as melhores práticas associadas.

No BREF, os valores associados às melhores práticas são expressos em mg/Nm<sup>3</sup>, unidade relacionada com o fluxo de escoamento de gás. Estes valores podem ser recalculados em termos mássicos por unidade de cimento produzido ou energia utilizada. Para comparar os fatores de emissão, é necessário conhecimento sobre o fluxo de gás por tonelada de cimento produzido.

O relatório técnico da Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2013) sobre inventário de emissões de poluentes apresenta os factores de conversão médios que podem ser utilizados:

- 2 300 m<sup>3</sup> / t de clínquer;
- 90 % de teor de clínquer na constituição de cimento.

#### 4.1.1 Eficiência energética

As transformações associadas ao processo de fabricação do cimento implicam um consumo elevado de energia proveniente da electricidade (energia eléctrica) e dos combustíveis (energia térmica).

No domínio da eficiência energética as várias fábricas apresentam dados de consumo de energia eléctrica e térmica, embora relativamente à energia térmica se verificasse a ausência desta informação desagregada em muitas das DA, apresentando-se os valores em conjunto com a energia eléctrica.

Com recurso a algumas conversões de unidades, foi possível chegar aos valores desagregados e constituir dois indicadores relativos a eficiência energética, apresentados no Quadro 4.2.

**Quadro 4.2: Indicadores-chave relativos à eficiência energética**

Indicador-chave (Rácio A/B)	Entrada (A)	Produção (B)	Metodologia desenvolvida
1. Consumo de energia eléctrica (kWh/ t PF)	Consumo anual de energia eléctrica (MWh/ano)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Consumo anual de energia eléctrica}}{\text{Produto Fabricado}} \times 1000$
2. Consumo de energia térmica (kWh/ t clínquer)	Consumo anual de energia térmica (MWh/ano)	Produção de clínquer (t)	$\frac{\text{Consumo anual de energia térmica}}{\text{Produção de clínquer}} \times 1000$
3. Substituição térmica por combustíveis alternativos (%)	n.a.	n.a.	-

n.a. – não aplicável ao presente indicador

O consumo de energia eléctrica ocorre maioritariamente em fases de moagem de matérias-primas (para produção de clínquer) e de clínquer (para produção de cimento), pelo que o valor de produção utilizado foi relativo ao produto fabricado.

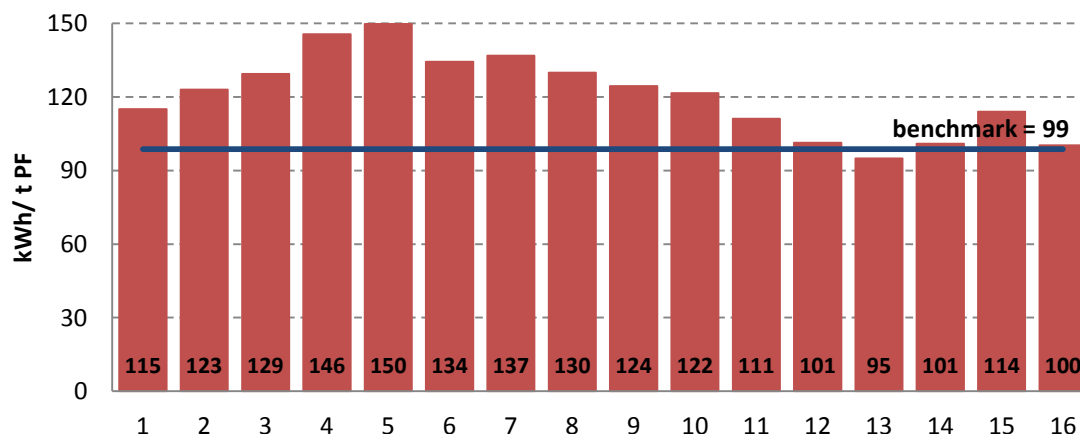
No indicador relativo ao consumo de energia térmica, é utilizada a produção de clínquer pois o consumo deste tipo de energia está relacionado com a utilização do forno, cujo produto é o clínquer.

Os combustíveis habitualmente utilizados nas fábricas de cimento são derivados do petróleo, mas têm vindo a ser substituídos parcialmente por combustíveis alternativos. O indicador 3 representa a percentagem de substituição térmica por combustíveis alternativos. Foi considerada mais adequada uma taxa de substituição térmica em virtude de uma taxa com base nas quantidades mássicas de cada tipo de combustível já que os vários combustíveis têm diferentes poderes caloríficos associados e a quantidade em massa de combustível não traduz a energia térmica útil.

### **Aplicação do indicador 1 “Consumo de energia eléctrica”**

Como se pode verificar na Figura 4.1, no indicador relativo ao consumo de energia eléctrica, destaca-se com melhor desempenho a Fábrica de Souselas (ID 13) com um consumo de 95 kWh por tonelada de produto fabricado. Neste indicador não existe uma grande divergência nos resultados, com todos os valores a ficarem entre os 95 - 150 kWh/t PF.

A Fábrica que registou um maior consumo de energia eléctrica foi a de Lemona (ID 5), com um consumo de 150 kWh por tonelada de produto fabricado.



**Figura 4.1: Resultados do indicador 1: Consumo de energia eléctrica**

Segundo Jankovic (2004), o consumo de energia eléctrica que representa dois terços da energia eléctrica total utilizada ocorre principalmente nas fases de moagem e preparação de de matérias-primas (30 %) e moagem do clínquer (40 %). Ainda assim, a eficiência energética de moagem é tipicamente apenas 5 – 10 %, com a restante energia convertida em calor. O mesmo autor refere no seu artigo sobre optimização de moagem de cimento que a produção de cimento requer aproximadamente 110 kWh/ tonelada produzida.

No indicador 1 relativo ao consumo de energia eléctrica as fábricas que obtiveram as 3 fábricas que apresentaram o melhor e o pior desempenho estão referidas no Quadro 4.3.

**Quadro 4.3: Análise de desempenho no indicador 1: Consumo de energia eléctrica**

Melhor Desempenho (kWh/ t PF)		Benchmark (kWh/ t PF)	Valor de literatura (kWh/ t PF)	Pior desempenho (kWh/ t PF)	
ID 13: Fábrica de Souselas	95	99	110	ID 5: Fábrica de Lemona	150
ID 16: Fábrica Secil-Outão	100		<b>Artigo científico:</b> Jankovic, 2004	ID 4: Fábrica de Alcanar	146
ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	101			ID 7: Fábrica El Alto	137

O melhor desempenho pertence à fábrica de Souselas (ID 13), com um consumo de 95 kWh/ t PF.

Esta fábrica assume o consumo eléctrico como um aspecto ambiental directo, relacionado com o funcionamento de máquinas, equipamentos e iluminação da fábrica e com impacte na diminuição das disponibilidades de recursos energéticos.

Disponibiliza ainda na sua DA uma lista das MTD definidas no BREF 2010 (a mais actualizada na altura de publicação da DA de 2012) onde refere que nas três linhas de produção já foram implementadas acções como:

- i. Sistemas de gestão de energia eléctrica;
- ii. Equipamentos de moagem e outros equipamentos eléctricos com elevada eficiência energética;
- iii. Melhorias de sistemas de monitorização;
- iv. Redução das entradas de ar falso para o sistema;
- v. Optimização do controlo dos processos.

É de referir que a média dos resultados das três fábricas com melhor desempenho levou a um *benchmark* de referência de 99 kWh/t PF, valor inferior ao registado na literatura. Tendo em conta que o artigo é de 2004, esta diferença poderá ser devida à evolução da tecnologia, e demonstra que as fábricas registadas no EMAS, assumem o compromisso de implementar as MTD e melhorar o seu desempenho energético, que representando cerca de 30 - 40 % dos custos de produção assumem um grande impacte no desempenho económico das empresas produtoras de cimento.

O pior resultado deste indicador foi apresentado pela Fábrica da Lemona (ID 5) com um consumo de 150 kWh/t PF mas que foi considerado na DA como um resultado normal, inferior ao ano anterior onde se tinham verificado valores mais elevados em consequência de uma



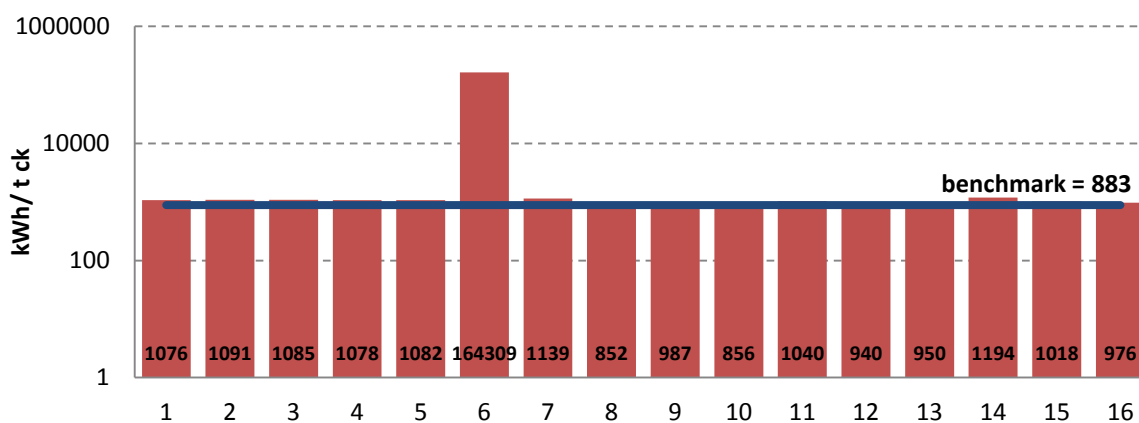
produção esporádica para exportação de cimento do tipo I que requer uma maior fineza, e consequente necessidade de moagem mais intensiva.

### **Aplicação do indicador 2 “Consumo de energia térmica”**

No consumo de energia térmica acontece o mesmo que no indicador anterior, a Fábrica de Olazagutía (ID 8) e a Fábrica de Hontória (ID 10) apresentam o melhor desempenho, correspondente a 852 e 856 kWh/t ck respectivamente e destacam-se por terem consumos abaixo do *benchmarking* definido como 915 kWh/t ck.

Como podemos ver na Figura 4.2, a fábrica da Lloseta (ID 6) apresenta um resultado muito superior (164 309 kWh/t ck), havendo a necessidade de representar o gráfico através de um eixo com escala logarítmica. Esta fábrica não apresenta na sua DA valores desagregados de consumos de energia térmica, mas sim valores em conjunto com a energia elétrica, dos quais foram retirados através de métodos de cálculo os valores pretendidos. No entanto, por não existir referência na DA ao consumo de energia térmica, nem ao longo do texto nem na identificação de objectivos ambientais, não foi possível obter uma justificação para um consumo tão superior aos restantes.

As restantes fábricas obtiveram resultados semelhantes, entre os 940 - 1194 kWh por tonelada de clínquer fabricado.



**Figura 4.2: Resultados do indicador 2: Consumo de energia térmica**

Em termos de energia térmica, o BREF de 2013 define as melhores técnicas disponíveis associadas ao tipo de processo e tecnologia utilizada. Assim, através de um processo por via seca, com pré-aquecimento em vários estágios e pré-calcinação de pelo menos quatro estágios, o consumo de energia térmica assume valores entre 806 - 917 kWh por tonelada de clínquer. Estes valores podem não ser adequados à fabricação de cimento branco que requer temperaturas mais elevadas durante o processo devido a especificações do produto.

A energia térmica utilizada está relacionada com o tipo de processo, a eficiência dos equipamentos utilizados, nomeadamente dos fornos e dos sistemas de recuperação de calor. Madlool *et al.* (2013) estudou o consumo de energia térmica de acordo com vários tipos de processo e apurou que quantos mais estágios de pré-aquecimento, maior é o potencial de poupança energético.

O número de estágios de pré-aquecimento e a capacidade de produção tem também influência na necessidade de energia térmica. Maiores capacidades de produção representam poupanças energéticas enquanto menores capacidades requerem maior quantidade de energia. O número apropriado de estágios de pré-aquecimento é relativo à instalação já que está relacionado com as propriedades das matérias-primas e combustíveis utilizados.

Como podemos verificar no Quadro 4.4 as fábricas de Olazagutía (ID 8) e Hontória (ID 10) conseguiram o melhor desempenho ambiental com consumos de energia térmica de 852 kWh/t ck e 856 kWh/t ck respectivamente, mas não referem práticas associadas ao reduzido valor de consumo. No entanto, referem em ambas as DA a utilização do processo por via seca, associado a menores consumos energéticos.

**Quadro 4.4: Análise de desempenho no indicador 2: Consumo de energia térmica**

<b>Melhor Desempenho</b> (kWh/ t clínquer)		<b>Benchmark</b> (kWh/ t clínquer)	<b>Valor de literatura</b> (kWh/ t clínquer)	<b>Pior desempenho</b> (kWh/ t clínquer)	
ID 8: Fábrica Olazagutía	852	883	806 - 917	ID 6: Fábrica de Lloseta	164309
ID 10: Fábrica de Hontoria	856		<b>BREF 2013</b>	ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	1194
ID 12: Fábrica de Alhandra	940			ID 7: Fábrica El Alto	1139

O terceiro melhor desempenho ambiental pertence à fábrica de Alhandra, e é referente a um valor de 940 kWh/t ck que é superior ao *benchmark* definido, mas ligeiramente acima do intervalo definido no BREF 2013. Para alcançar este resultado é definido na DA a utilização das MTD presentes no BREF 2010, o mais actualizado na altura de publicação da DA analisada e que são apresentadas em seguida:

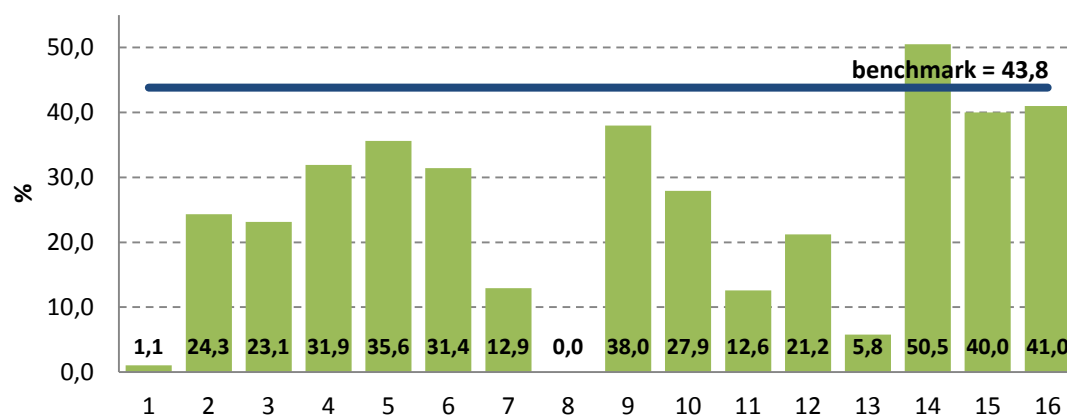
- Utilização de sistemas de fornos melhorados e optimizados assim como um processo regular e estabilizado do forno;
- Recuperação do calor em excesso dos fornos, em especial da zona de arrefecimento (ou do pré-aquecedor) para secagem de matérias-primas;
- Aplicação de um número adequado de etapas dos ciclones definido de acordo com as características e propriedades das matérias-primas e combustíveis utilizados;

- iv. Utilização de combustíveis cujas características tenham uma influência positiva no consumo de energia térmica;
- v. Utilização de sistemas de fornos otimizados e adequados para a queima de combustíveis alternativos.

### **Aplicação do indicador 3 “Substituição térmica por CA”**

Quanto à substituição de combustíveis fósseis por combustíveis alternativos (CA), como se pode verificar na Figura 4.3, existe uma elevada variabilidade de resultados.

As fábricas associadas com melhor e pior desempenho do indicador 3 estão disponíveis no Quadro 4.5. Existe apenas uma fábrica que não utiliza combustíveis alternativos aos fósseis, a Fábrica de Olazagutia (ID 8).



**Figura 4.3: Resultados do indicador 3: Substituição térmica por CA**

A taxa de substituição de combustíveis fósseis por alternativos é muito variável, mas o Grupo de fabricantes de cimento de Espanha apresenta no seu relatório anual do sector (Oficemen, 2013) a média da União Europeia que é de 34,3 %.

**Quadro 4.5: Análise de desempenho no indicador 3: Substituição térmica por CA**

Melhor Desempenho (%)		Benchmark (%)	Valor de Literatura (%)	Pior desempenho (%)	
ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	50,5	43,8	34,3	ID 8: Fábrica Olazagutía	0
ID 16: Fábrica Secil-Outão	41,0		Média da UE-28: Oficemen, 2013	ID 1: Fábrica de Alcalá de Guadaíra	1,1
ID 15: Fábrica Maceira-Liz	40,0			ID 13: Fábrica de Souselas	5,8

Em termos utilização de combustíveis alternativos, o indicador 3 representa a taxa de substituição de combustíveis fósseis por combustíveis alternativos. O melhor desempenho ambiental está associado a uma menor utilização de combustíveis fósseis, e a fábrica de Cibra-

Pataias (ID 14) apresentou a maior percentagem, corresponde a 50,5 % de substituição térmica por CA.

Segundo a sua DA, decorrente do projecto de “Optimização da Eficiência Energética nas fábricas de cimento em Portugal”, que tinha como objectivo a identificação das medidas necessárias para diminuir os consumos de energia (eléctrica e térmica) e da viabilidade económica da sua implementação, foram identificadas medidas que consistiam na optimização e substituição de equipamentos, permitindo o aumento da taxa de substituição de combustíveis alternativos. O prazo previsto para a implementação do projecto na sua globalidade é em Junho de 2014, mas na DA está presente um objectivo para 2013 que consiste em 55 % de substituição por combustíveis alternativos.

Podemos também verificar que os três melhores níveis de desempenho, utilizados para o valor de *benchmark*, estão acima da média europeia de 34,3 %, o que leva a crer que as fábricas registadas no EMAS apresentam melhores resultados de desempenho ambiental.

Neste indicador relativo à substituição térmica por combustíveis alternativos, houve apenas uma fábrica a obter um valor de 0 % de substituição, operando apenas com recurso a combustíveis fósseis. Esta fábrica foi a de Olazagutia que refere na DA que tem por vista a adopção da política estratégia do Grupo Cimentos Portland Valderrivas que aposta na valorização energética de resíduos em substituição de combustíveis fósseis. Tem feito um esforço para promover a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis alternativos, fazendo um investimento de 38 175 € na realização de um estudo de impacte ambiental, desenvolvendo uma fonte de alimentação de tais combustíveis e em Maio de 2011 foi obtida a autorização para valorização energética de biomassa.

#### 4.1.2 Eficiência dos materiais

Em termos de utilização material, as fábricas de cimento dependem essencialmente do uso de matérias-primas, primárias e secundárias. Assim, neste domínio foram criados dois indicadores, um relativo ao consumo de matérias-primas totais por tonelada de produto fabricado e outro relativo à incorporação de matérias-primas secundárias.

**Quadro 4.6: Indicadores-chave relativos à eficiência dos materiais**

Indicador-chave (Rácio A/B)	Entrada (A)	Produção (B)	Metodologia desenvolvida
4. Consumo de matérias-primas totais (t MPT/ t PF)	Consumo anual de MPT (t/ano)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Consumo anual de MPT}}{\text{Produto Fabricado}}$
5. Incorporação de matérias-primas secundárias (MPS) (%)	n.a.	n.a.	$\frac{\text{Consumo anual de MPS}}{\text{Consumo anual de MPT}} \times 100$

n.a. – não aplicável ao presente indicador

#### Aplicação do indicador 4 “Consumo de matérias-primas totais (MPT)”

A aplicação do indicador 4 indica-nos a quantidade de matérias-primas totais utilizadas por tonelada de produto fabricado. Como se pode verificar na Figura 4.4, todas as fábricas obtiveram resultados acima da unidade, necessitando de mais de uma tonelada de matérias-primas para a produção de uma tonelada de produto fabricado.

Os resultados do indicador estão entre 1,14-3,07 t MPT/t PF, sendo o melhor desempenho registado pela fábrica da Lloseta (ID 6) e o resultado relativo ao pior desempenho registado pela Fábrica de Monjos (ID 2).

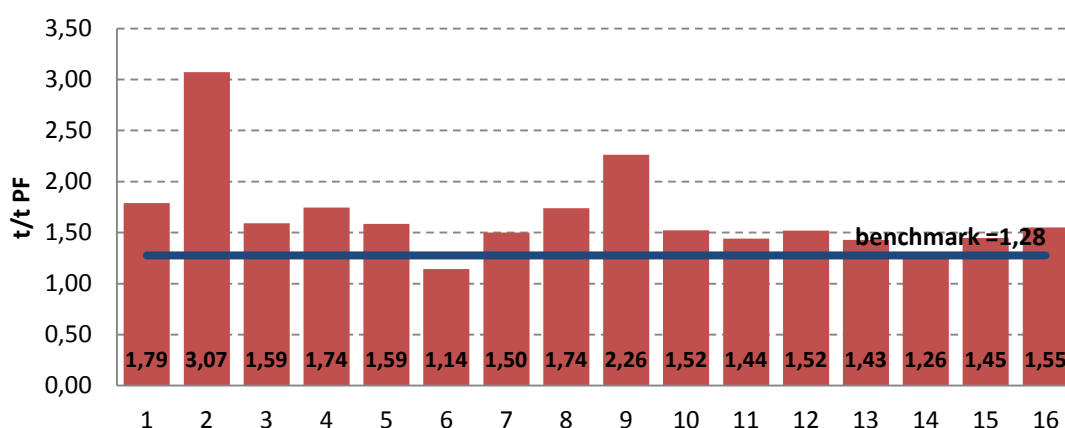


Figura 4.4: Resultados do indicador 4: Consumo de matérias-primas totais

Segundo o resumo do BREF de 2010 produzido pela Comissão Europeia, para produzir uma tonelada de clínquer, o consumo médio de matérias-primas da União Europeia é de 1,52 toneladas (Comissão Europeia, 2010).

Como podemos verificar no Quadro 4.7, as fábricas associadas a um melhor desempenho apresentam valores abaixo da média europeia, mostrando-se mais eficientes, e os piores resultados apresentam uma utilização de matérias-primas superior à média da união europeia.

Quadro 4.7: Análise de desempenho no indicador 4: Consumo de matérias-primas totais

Melhor Desempenho (t MPT/ t PF)		Benchmark (t MPT/ t PF)	Valor de Literatura (t MPT/ t PF)	Pior desempenho (t MPT/ t PF)	
ID 6: Fábrica de Lloseta	1,14	1,28	1,52	ID 2: Fábrica Monjos	3,07
ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	1,26		Média da UE: BREF 2010	ID 9: Fábrica Mataporquera	2,26
ID 11: Fábrica de Loulé	1,43			ID 1: Fábrica de Alcalá de Guadaíra	1,79

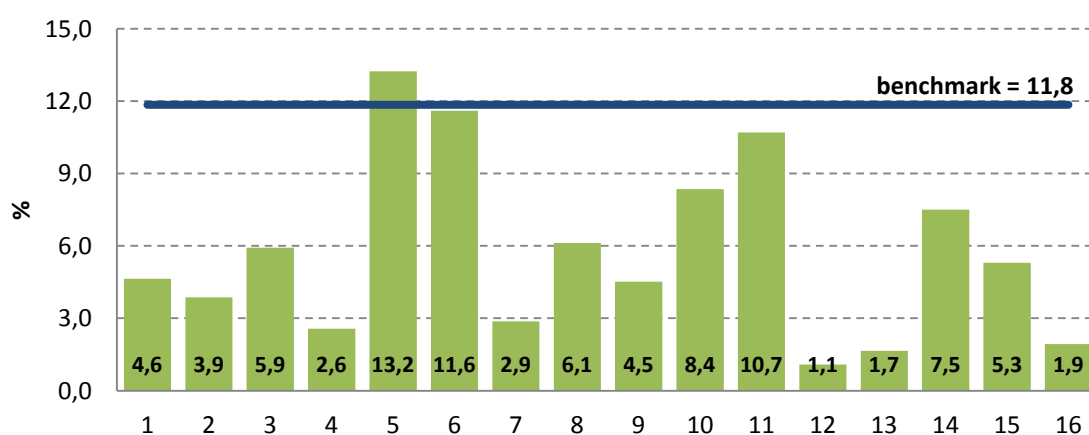
A fábrica da Lloseta (ID 6), que apresenta um melhor desempenho neste indicador e mostra na sua DA a importância de um acompanhamento dos consumos de matérias-primas em cada unidade e processo da fábrica. Esta fábrica utiliza também matérias-primas secundárias com o objectivo de reduzir e optimizar o consumo de recursos naturais.

A fábrica de Monjos (ID 2) que apresenta um consumo de 3,07 toneladas de matérias-primas para a produção de uma tonelada de produto fabricado, mas apresenta um aumento 12,8 % no consumo de matérias-primas secundárias em relação ao ano anterior, mostrando uma preocupação em diminuir a quantidade de principalmente matérias-primas naturais.

O *benchmark* apresenta-se também neste indicador, inferior à média da união europeia, reforçando o bom desempenho das empresas registadas no EMAS.

#### **Aplicação do indicador 5 “Incorporação de matérias-primas secundárias (MPS)”**

Na Figura 4.5, está representado o gráfico relativo aos resultados da implementação do indicador 5 correspondente à incorporação de MPS.



**Figura 4.5: Resultados do indicador 5: Incorporação de MPS**

Existe uma grande diversidade de resultados, com valores entre os 1,1 % e os 13,2 %. A fábrica com maior taxa de introdução de matérias-primas secundárias e consequentemente melhor desempenho no presente indicador é a Fábrica de Lemona (ID 5) e a menor incorporação de MPS pertence à fábrica de Alhandra (ID 12).

Boesch e Hellweg (2010), no artigo sobre identificação de potenciais de melhoria na produção de cimento, definem para um cenário de produção desejável, uma taxa de 4 % de incorporação de matérias-primas secundárias, referindo que tal valor é perfeitamente executável e já conseguido em vários países. É este valor que irá ser utilizado como valor de literatura e está presente no Quadro 4.8.

**Quadro 4.8: Análise de desempenho no indicador 5: Incorporação de MPS**

Melhor Desempenho (%)		Benchmark (%)	Valor de literatura (%)	Pior desempenho (%)	
ID 5: Fábrica de Lemona	13,2	11,8	4,0 <b>Artigo Científico:</b> Boesch e Hellweg, 2010	ID 12: Fábrica de Alhandra	1,1
ID 6: Fábrica de Lloseta	11,6			ID 13: Fábrica de Souselas	1,7
ID 11: Fábrica de Loulé	10,7			ID 16: Fábrica Secil-Outão	1,9

De acordo com os resultados do indicador 5, é definido um *benchmark* de 11,8 %, aproximadamente três vezes superior ao valor de literatura definido. Mais uma vez, e também neste indicador, pode verificar-se um melhor desempenho das fábricas registadas no EMAS em relação aos considerados como desejáveis.

A fábrica da Lemona (ID 5) tem apostado na substituição de matérias-primas naturais por secundárias que geralmente são subprodutos de outras actividades optimizando recursos. Esta prática apresenta uma série de benefícios ambientais apresentados na DA, incluindo a diminuição da extração de matérias-primas da pedreira e da quantidade de resíduos direccionados para aterro sanitário. A utilização de MPS não tem interferência na qualidade do produto, na segurança e saúde dos trabalhadores nem no ambiente.

#### 4.1.3 Biodiversidade

A biodiversidade é um domínio difícil de aplicar ao sector, pois o impacto não é directamente mensurável e a maioria das DA apresenta apenas um indicador que corresponde à utilização de espaço edificado por tonelada de produto fabricado. Esta aproximação é aliás, a sugerida pelo regulamento EMAS.

As actividades extractivas têm impactes na paisagem, na alteração do relevo, na remoção do solo e do coberto vegetal e na diminuição de refúgios/alimento para a fauna.

Em termos de biodiversidade seria interessante explorar indicadores que fornecessem mais informação em termos de impactes ou de evolução da biodiversidade do local como por exemplo:

- i. Na DA da Lloseta é considerado um indicador referente à recuperação da pedreira definido por:

$$\text{Recuperação da pedreira} = \frac{\text{Área de pedreira restaurada}}{\text{Área de pedreira em exploração}}$$

- ii. Na Secil-Outão é feita monitorização das componentes fauna e flora e podem ser aplicados indicadores referentes ao número de espécies existentes numa situação considerada inicial (se possível antes da construção das instalações) e no presente, com base nas monitorizações feitas.

$$\text{Recuperação da biodiversidade} = \frac{\text{nº de espécies monitorizadas}}{\text{nº de espécies da situação inicial}}$$

Devido à inexistência de dados nas DA que permitissem o cálculo destes indicadores, no domínio da biodiversidade são apresentados dois indicadores, relativos ao espaço edificado e à

extensão da pedreira por unidade de produto fabricado, com o objectivo de quantificar a interferência dessas áreas nos ecossistemas (Quadro 4.9).

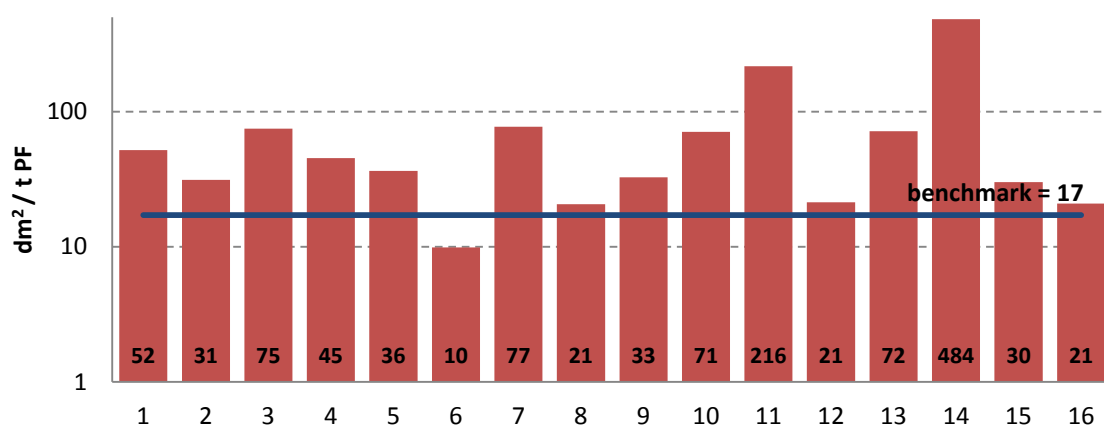
**Quadro 4.9: Indicadores-chave relativos à biodiversidade**

Indicador-chave (Rácio A/B)	Entrada (A)	Produção (B)	Metodologia desenvolvida
6. Espaço edificado (dm <sup>2</sup> /t PF)	Área da fábrica (m <sup>2</sup> )	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Área da fábrica}}{\text{Produto Fabricado}} \times 100$
7. Extensão da pedreira (dm <sup>2</sup> /t PF)	Área da pedreira (ha)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Área da pedreira}}{\text{Produto Fabricado}} \times 1000000$

Neste domínio não serão apresentados valores de literatura pela inexistência de resultados comparáveis. Assim será realizada apenas a comparação entre as várias fábricas e analisado o valor de *benchmark* desenvolvido.

#### **Aplicação do indicador “Espaço Edificado”**

Na aplicação do indicador relativo ao espaço edificado, representado na Figura 4.6, destacaram-se duas fábricas, a Fábrica de Cibra-Pataias (ID 14) e a de Loulé (ID 11) que devido à sua elevada dimensão obtiveram os resultados mais negativos que representam um maior impacte na biodiversidade. Devido ao elevado destaque, foi adoptada uma escala logarítmica para uma melhor representação gráfica.



**Figura 4.6: Resultados do indicador 6: Espaço edificado**

Neste indicador, a fábrica que obteve um melhor resultado foi a Fábrica de Lloseta (ID 6) com 10 dm<sup>2</sup>/t PF. Um melhor desempenho neste indicador apenas mostra que é desejável a utilização de uma menor área para menores impactes na biodiversidade.

No Quadro 4.10 estão apresentadas as fábricas com melhor e pior desempenho, assim como o *benchmark* definido.



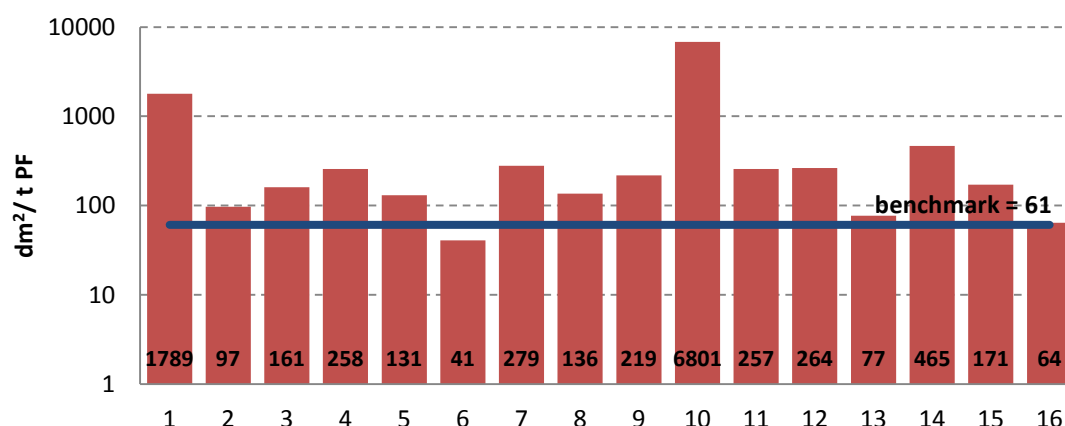
**Quadro 4.10: Análise de desempenho no indicador 6: Espaço edificado**

Melhor Desempenho (dm <sup>2</sup> /t PF)		Benchmark (dm <sup>2</sup> /t PF)	Pior desempenho (dm <sup>2</sup> /t PF)	
ID 6: Fábrica de Lloseta	10	17	ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	484
ID 8: Fábrica Olazagutía	21		ID 11: Fábrica de Loulé	216
ID 16: Fábrica Secil-Outão	21		ID 7: Fábrica El Alto	77

O *benchmark* é de 17 dm<sup>2</sup>/t PF, mas apenas a fábrica da Lloseta cumpre este valor. Uma regular actualização do levantamento do espaço edificado é uma boa prática a recomendar, importante para uma boa optimização do espaço uma vez que a evolução da tecnologia por vezes obriga a fazer alterações de equipamentos e/ou infraestruturas.

### Aplicação do indicador “Extensão da Pedreira”

No indicador relativo à extensão da pedreira representado na Figura 4.7, destaca-se com um resultado aproximadamente 100 vezes maior que o *benchmark*, a fábrica de Hontória (ID 10) com 6801 dm<sup>2</sup>/t PF e a fábrica de Alcalá de Guadaíra (ID 1) com 1789 dm<sup>2</sup>/t PF.



**Figura 4.7: Resultados do indicador 7: Extensão da pedreira**

Podemos verificar no Quadro 4.11 as fábricas com melhor e pior desempenho no indicador 7 relativo à extensão da pedreira.

**Quadro 4.11: Análise de desempenho no indicador 7: Extensão da pedreira**

Melhor Desempenho (dm <sup>2</sup> /t PF)		Benchmark (dm <sup>2</sup> /t PF)	Pior desempenho (dm <sup>2</sup> /t PF)	
ID 6: Fábrica de Lloseta	41	61	ID 10: Fábrica de Hontoria	6801
ID 16: Fábrica Secil-Outão	64		ID 1: Fábrica de Alcalá de Guadaíra	1789
ID 13: Fábrica de Souselas	77		ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	465

O *benchmark*, sendo a média dos resultados das três fábricas associadas a um melhor desempenho apresentou um valor de 61 dm<sup>2</sup>/t PF, apenas ultrapassado pela fábrica de Lloseta (ID 6), assim como no indicador anterior.

A fábrica da Secil-Outão (ID 16), apesar de apresentar o segundo melhor desempenho, define no programa de melhoria para 2012 da sua DA, acções de reabilitação de habitats naturais associados à recuperação paisagística, tais como a melhoria dos sistemas de rega e recuperação dos viveiros.

Segundo a DA da fábrica de Souselas (ID 13), o planeamento dos processos de exploração conjugados com a avaliação dos impactes produzidos, permite a sua minimização até níveis considerados aceitáveis e a recuperação ambiental das zonas afetadas. No mesmo documento podemos verificar que durante o ano 2012 foram cumpridos os planos de monitorização, previstos no PARP (Plano Ambiental de Recuperação Paisagística), e os resultados obtidos demonstram a conformidade com os limites legais aplicáveis.

Nas fábricas caracterizadas com um pior desempenho, são tidas em conta boas práticas apresentadas em seguida:

Na fábrica de Hontória (ID 10), as obras de restauro em 2012 consistiram num reparo morfológico e plantação de 38.252 m<sup>2</sup> frente aos 30.461 m<sup>2</sup> explorados no mesmo ano. Para uma plantação adequada, utiliza espécies nativas e adaptadas às condições específicas de solo e clima da região.

De referir que a fábrica de Alcalá de Guadaira (ID 1) dispõe de 1110 ha autorizados para exploração e um Plano de Trabalho onde é estabelecida uma abordagem desenvolvida de modo a não prejudicar as superfícies exteriores à exploração. Em 2012 aumentou a superfície restaurada em 6,75 % o que superou em muito o objectivo definido (3 %).

Na Fábrica Cibra-Pataias (ID 14), em 2008 foi introduzida a componente faunística no Plano de Recuperação, que contou com a participação de uma vasta equipa de investigadores da Universidade de Évora, para elaboração do “Estudo e Valorização da Biodiversidade, Componente Fauna”.

Os impactes ambientais associados à operação da pedreira mais relevantes são: impacto visual, mudança na morfologia do terreno, ocupação do ambiente natural, esgotamento dos recursos naturais e aspectos associados à exploração, tais como ruído e emissões de partículas.

Naturalmente, quanto maior a extensão da pedreira maiores os impactes potenciais, portanto, torna-se fundamental, a minimização destes impactes e aceleração do processo de colonização natural, através de programas de recuperação da estrutura e funcionamento das comunidades vegetais e animais e dos ecossistemas originais.

Embora exista variedade de resultados, podemos verificar que dois dos melhores níveis de desempenho são comuns ao indicador 6 e 7 (fábrica da Lloseta e Secil-Outão – ID 6 e 16).

#### 4.1.4 Água

A água é um recurso limitado e a sua utilização deve ser o mais sustentável possível, percebendo-se a importância de um indicador relativo a este domínio. Através do indicador “consumo de água” podemos verificar a quantidade de água utilizada por tonelada de produto fabricado e avaliar a dimensão global dos impactes da utilização de água em cada organização (Quadro 4.12).

**Quadro 4.12: Indicador-chave relativo à utilização de água**

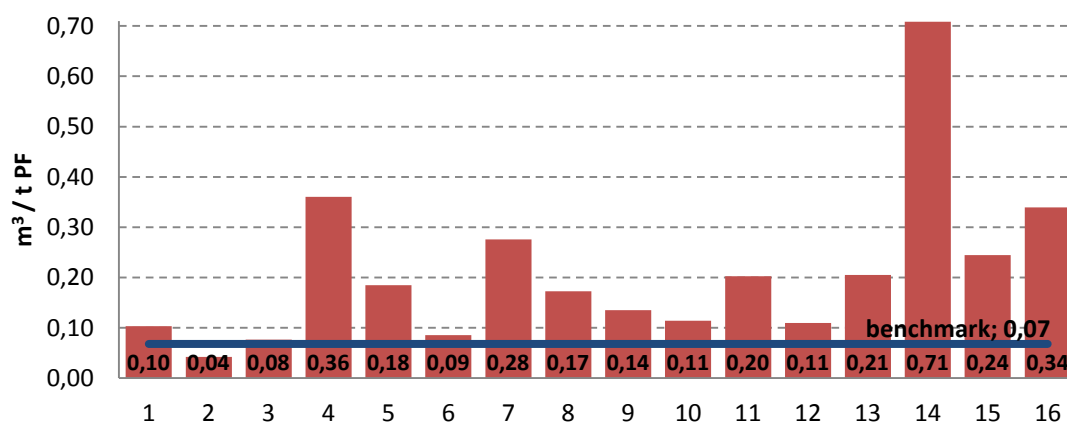
Indicador-chave (Rácio A/B)	Entrada (A)	Produção (B)	Metodologia desenvolvida
8. Consumo de água (m <sup>3</sup> /t PF)	Consumo anual total de água (m <sup>3</sup> /ano)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Consumo anual de água}}{\text{Produto Fabricado}}$

Como todas as fábricas procedem à produção de clínquer e cimento por via seca, a utilização de água não é referente nem à produção de clínquer nem de cimento e utiliza-se como valor B relativo à produção, a quantidade de produto fabricado.

No sector cimenteiro, não é comum o consumo de água ser considerado um aspecto significativo, mas sendo um recurso limitado, é essencial minimizar o seu consumo ao máximo.

#### Aplicação do indicador 8 “Consumo de água”

O indicador 8 relativo ao consumo de água, está representado na Figura 4.8 e mostrou que a fábrica de Cibra-Pataias (ID 14) apresenta o maior consumo de água, cerca de 0,71 m<sup>3</sup>/t PF enquanto a fábrica de Monjos (ID 2) registou o melhor resultado, com um consumo de apenas 0,04 m<sup>3</sup>/t PF. As restantes fábricas assumiram valores entre os 0,08-0,36 m<sup>3</sup>/t PF.



**Figura 4.8: Resultados do indicador 8: Consumo de água**

O documento de referência BREF de 2010 refere que o consumo de água é de cerca de 0,07 m<sup>3</sup> de água por tonelada de cimento, valor presente no Quadro 4.13 onde se podem verificar os melhores e piores níveis de desempenho do indicador 8.

**Quadro 4.13: Análise de desempenho no indicador 8: Consumo de água**

Melhor Desempenho (m <sup>3</sup> /t PF)		Benchmark (m <sup>3</sup> /t PF)	Valor de literatura (m <sup>3</sup> /t cim)	Pior desempenho (m <sup>3</sup> /t PF)	
ID 2: Fábrica Monjos	0,04	0,07	0,07	ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	0,71
ID 3: Fábrica Vallcarca	0,08		<b>BREF 2010</b>	ID 4: Fábrica de Alcanar	0,36
ID 6: Fábrica de Lloseta	0,09			ID 16: Fábrica Secil-Outão	0,34

Na fábrica de Monjos (ID 2), segundo a DA, a água é captada a partir dos próprios poços e consumida no processo de arrefecimento de equipamentos, na preparação dos gases para a filtração e na redução de emissões difusas na área da pedreira. O baixo consumo de água está também ligado ao facto de a fábrica ter substituído um electrofiltro de um dos fornos por um filtro de mangas que utiliza uma tecnologia eficiente de separação das partículas do fluxo de gases industriais, com recurso a um menor volume de água.

A fábrica de Cibra-Pataias (ID 14), apresenta na sua DA uma acção “em curso” inserida no plano de melhoria cujo objectivo é conhecer a pegada ecológica da instalação em termos de água e implementar medidas de redução identificadas. Segundo a DA da instalação, ao nível da CSI ainda não está definida a ferramenta para avaliação dos riscos e oportunidades decorrentes da gestão da água mas internamente previa-se o início dos trabalhos de levantamento da rede de água no ano seguinte (2013).

Podemos verificar através da análise do Quadro 4.13 que o valor do *benchmarking* de referência desenvolvido é semelhante ao valor de literatura recolhido, mas que a maior parte das fábricas consome um volume superior por tonelada de produto.

#### 4.1.5 Emissões

Em termos de emissões, a informação disponível nas variadas DA era variável, mas consistente em termos de partículas, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>. Todas as fábricas reportam estas emissões, e tais encontram-se de acordo com as mais significativas definidas no resumo do documento de referência sobre as melhores técnicas disponíveis nas indústrias de produção de cimento, cal e óxido de magnésio (Comissão Europeia, 2010).

Como existe emissão de partículas durante todo o processo de produção do cimento, o indicador 8 utiliza o valor de produção de Produto Fabricado. Os indicadores 9, 10 e 11, relativos a emissões de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub> respectivamente, utilizam a produção de clínquer pois as emissões

destes gases dão-se no processo de combustão, relativo à produção do clínquer. Todos os indicadores referentes a emissões estão presentes no Quadro 4.14.

**Quadro 4.14: Indicadores-chave relativos às emissões**

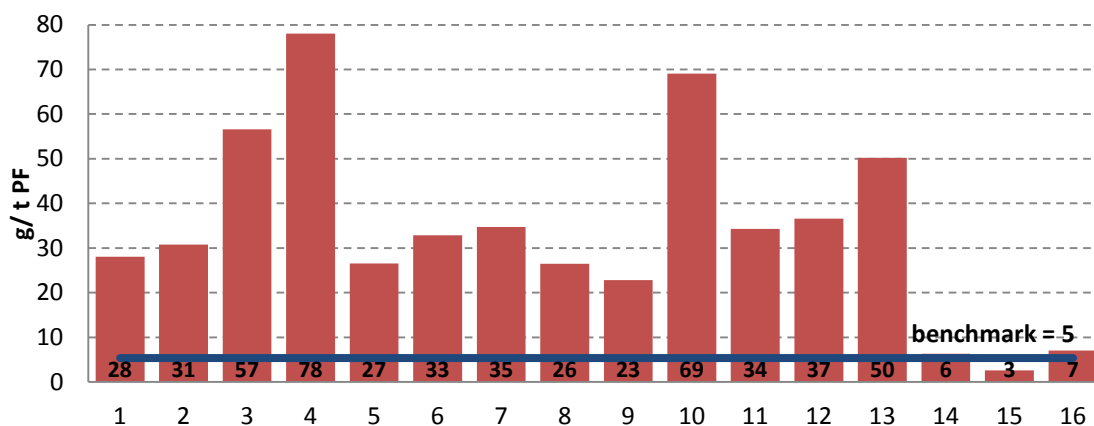
Indicador-chave (Rácio A/B)	Entrada (A)	Produção (B)	Metodologia desenvolvida
9. Emissão de Partículas (g/t PF)	Emissão anual de partículas (t/ano)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Emissão anual de Partículas}}{\text{Produto Fabricado}} \times 1000000$
10. Emissão de CO <sub>2</sub> (kg/t clínquer)	Emissão anual de CO <sub>2</sub> (t/ano)	Produção de clínquer (t)	$\frac{\text{Emissão anual de CO}_2}{\text{Produção de clínquer}} \times 1000$
11. Emissão de NO <sub>x</sub> (kg/t clínquer)	Emissão anual de NO <sub>x</sub> (t/ano)	Produção de clínquer (t)	$\frac{\text{Emissão anual de NO}_x}{\text{Produção de clínquer}} \times 1000$
12. Emissão de SO <sub>2</sub> (g/t clínquer)	Emissão anual de SO <sub>2</sub> (t/ano)	Produção de clínquer (t)	$\frac{\text{Emissão anual de SO}_2}{\text{Produção de clínquer}} \times 1000000$

A indústria do cimento, como outras actividades da indústria, é estritamente regulada através de legislação nacional e internacional de protecção do ambiente. Os níveis de emissão de poluentes são, portanto, em grande medida, determinados pelas tecnologias de redução aplicada, a fim de cumprir com os regulamentos.

#### **Aplicação do indicador 9 “Emissão de Partículas”**

A emissão de partículas na Fábrica Maceira-Liz (ID 15) apresentou-se como o melhor resultado, apresentando 3 g/t PF, como se pode verificar na Figura 4.9.

Embora a maior parte das fábricas apresente emissões de partículas entre 20-40 g/t PF, o valor mais elevado corresponde à Fábrica de Alcanar (ID 4) e é de 78 g/t PF.



**Figura 4.9: Resultados do indicador 9: Emissão de partículas**

As poeiras, relativas à emissão de partículas, têm sido tradicionalmente uma das principais preocupações ambientais em relação à fabricação de cimento. Hoje em dia, as emissões de partículas são reduzidas e controladas através de filtros muito eficientes.

As fábricas com melhores e piores níveis de desempenho estão disponíveis no Quadro 4.15, assim como o valor de *benchmark* definido e o valor de literatura retirado do BREF 2013.

**Quadro 4.15: Análise de desempenho no indicador 9: Emissão de Partículas**

Melhor Desempenho (g/t PF)		Benchmark (g/t PF)	Valor de literatura (g/t ck)	Pior desempenho (g/t PF)	
ID 15: Fábrica Maceira-Liz	3	5	23-46	ID 4: Fábrica de Alcanar	78
ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	6		BREF 2013	ID 10: Fábrica de Hontoria	69
ID 16: Fábrica Secil-Outão	7			ID 3: Fábrica Vallcarca	57

As fábricas caracterizadas por um melhor desempenho pertencem ao grupo Secil, e apresentam-se como um bom exemplo em termos de emissões de partículas, encontrando-se equipadas com opacímetros, que permitem efectuar medições em contínuo. O desempenho do *top 3* está bastante abaixo do valor de literatura, embora não sejam valores directamente comparáveis devido ao indicador calculado ser relativo ao produto fabricado e os valores adaptados do BREF serem uma emissão por produção de clínquer.

Nestas três fábricas do grupo, ao longo de toda a cadeia de fabrico existem mais de uma centena de equipamentos de despoeiramento (filtros de mangas), desde a extracção até à ensacagem, que permitem a recolha das partículas e a sua reintrodução no processo, sendo desta forma reutilizadas. Dispõem também de aspiradores industriais, cisternas de rega e varredoras mecânicas, e durante a época estival utilizam o método de aspersão de água nos caminhos onde passa a frota nas pedreiras.

Na fábrica de Alcanar (ID 4) registou-se a emissão mais elevada, mas tal desempenho é desvalorizado na DA, apresentando uma diminuição em relação ao ano anterior. Segundo a DA, foi inserida uma barreira na zona sul da fábrica, perto do parque de homogeneização e armazenamento de matérias-primas, assim como foram plantadas árvores, com o objectivo de minimizar o ruído e a quantidade de partículas dispersas.

Na fábrica de Hontória (ID 10) foi substituído um electrofiltro por um filtro de mangas e desta forma prevê-se também uma melhoria das emissões para o ano seguinte.

#### **Aplicação do indicador 10 “Emissão de CO<sub>2</sub>”**

Nas emissões de CO<sub>2</sub> que podemos verificar na Figura 4.10, os valores mais baixos são correspondentes às fábricas de Alcanar (ID 4) (762 kg/t ck) e à fábrica de Maceira-Liz (ID 15) (769 kg/t ck) ambas abaixo do *benchmark* definido.

O pior desempenho ambiental no presente indicador é atingido pela Fábrica de Loulé (ID 11) com uma emissão de CO<sub>2</sub> de 889 kg/t ck.

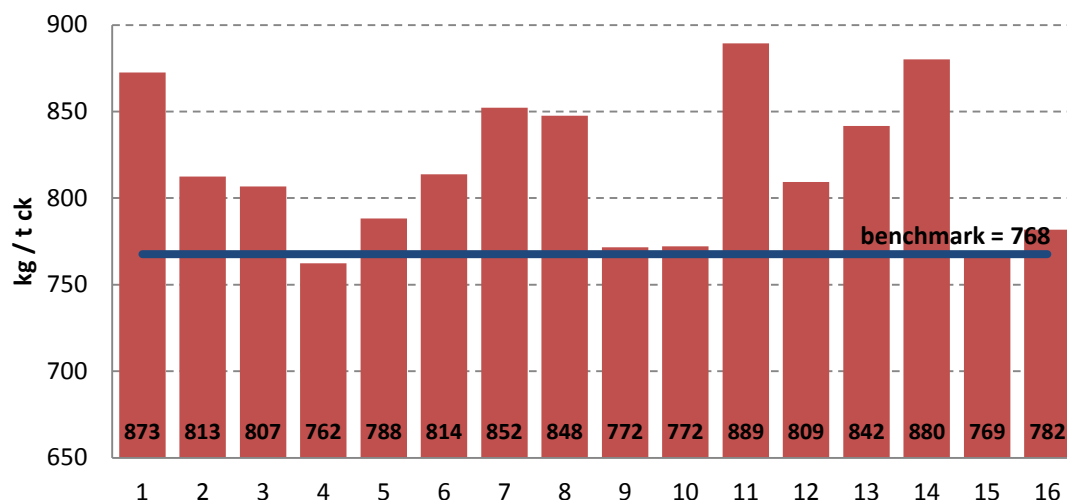


Figura 4.10: Resultados do indicador 10: Emissão de CO<sub>2</sub>

Para este indicador relativo à emissão de CO<sub>2</sub> foi recolhido um valor de literatura referente à média europeia das emissões reportadas por fábricas de cimento em 2012 (CSI, 2012c) que está presente no Quadro 4.16.

Quadro 4.16: Análise de desempenho no indicador 10: Emissão de CO<sub>2</sub>

Melhor Desempenho (kg/t ck)		Benchmark (kg/t ck)	Valor de literatura (kg/t ck)	Pior desempenho (kg/t ck)	
ID 4: Fábrica de Alcanar	762	768	764	ID 11: Fábrica de Loulé	889
ID 15: Fábrica Maceira-Liz	769		Média UE-28: CSI, 2012	ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	880
ID 9: Fábrica Mataporquera	772			ID 1: Fábrica de Alcalá de Guadaíra	873

Na DA, a fábrica de Alcanar (ID 4) mostra que está no mercado de emissões de CO<sub>2</sub> e que desde 2005 que emite sempre uma quantidade anual inferior ao estipulado para a instalação. Reforça também a ideia de que desde 2009, a relação de CO<sub>2</sub> por tonelada de clínquer reduziu consideravelmente devido ao uso de combustíveis alternativos em substituição de combustíveis fósseis normalmente utilizados. Estes combustíveis alternativos não são contabilizados nas emissões de gases de efeito de estufa, pois eles são constituídos por biomassa e CDR com uma percentagem de biomassa na sua composição. Este compromisso de redução de emissões de CO<sub>2</sub> está demonstrado na definição de um objectivo ambiental para o ano seguinte.

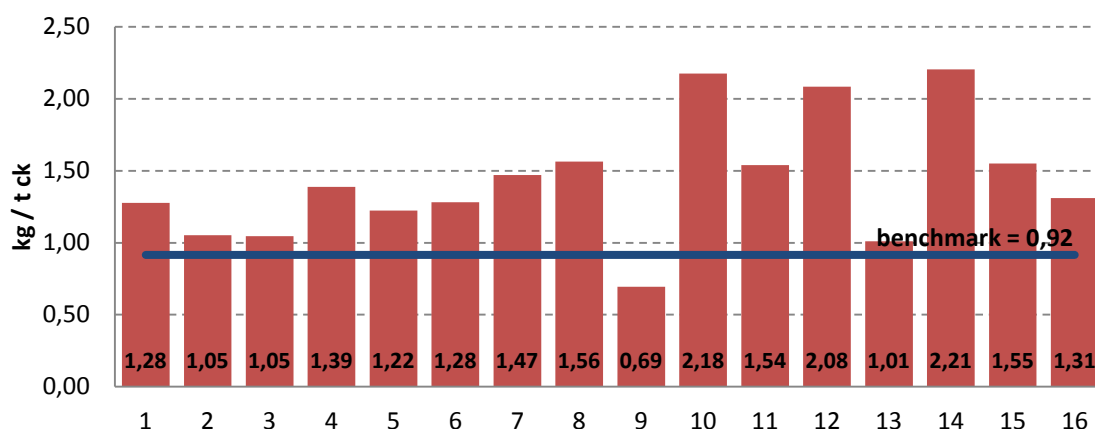
A fábrica da Maceira-Liz (ID 15) desenvolveu um conjunto de medidas para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> que passam pela redução da taxa de incorporação de clínquer necessária ao fabrico de cimento, pelo aumento do consumo de combustíveis alternativos e de matérias-primas descarbonatadas, e pela diminuição do consumo térmico específico.

A fábrica de Loulé (ID 11) identifica como objectivo de melhoria uma redução de 3,1 % das emissões específicas de CO<sub>2</sub> produzido nos fornos, face ao valor do ano anterior, mas tal não foi cumprido. No entanto foi realizada uma acção de optimização da valorização energética de CA através da melhoria do sistema de transporte e alimentação de CA ao pré-calcinador.

#### Aplicação do indicador 11 “Emissão de NOx”

A emissão de óxidos de Azoto (NOx), cujo gráfico é apresentado na Figura 4.11, verificou-se significativamente mais elevada em 3 das fábricas em análise: fábrica de Cibra-Pataias (ID 14) e fábrica de Hontória (ID 10), ambas com uma emissão de 2,2 kg/t ck, e a fábrica de Alhandra (ID 12), com 2,1 kg/t ck.

A fábrica que apresenta um melhor desempenho é a de Mataporquera (ID 9) com uma emissão de NOx de 0,7 kg/t ck. As restantes fábricas assumem valores entre 1-1,6 kg/t ck.



**Figura 4.11: Resultados do indicador 11: Emissão de NO<sub>x</sub>**

No Quadro 4.17, podemos verificar o *benchmark* e valor de literatura utilizados para comparação ao desempenho do indicador 11. O valor de literatura é relativo ao BREF de 2013 e é apresentado como um intervalo de valores entre 0,46 e 1,04 kg/t ck.

**Quadro 4.17: Análise de desempenho no indicador 11: Emissão de NOx**

Melhor Desempenho (kg/t ck)		Benchmark (kg/t ck)	Valor de literatura (kg/t ck)	Pior desempenho (kg/t ck)	
ID 9: Fábrica Mataporquera	0,69	0,92	0,46 – 1,04	ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	2,21
ID 13: Fábrica de Souselas	1,01			ID 10: Fábrica de Hontoria	2,18
ID 3: Fábrica Vallcarca	1,05		<b>BREF 2013</b>	ID 12: Fábrica de Alhandra	2,08

Na fábrica de Mataporquera (ID 9) é assumido como um objectivo corporativo a redução das emissões de NOx mas não apresenta as melhores práticas associadas.



Segundo a DA da fábrica de Souselas (ID 13), em termos de MTD's associadas às emissões de NOx, e para além da escolha do tipos de processo utilizados (fornos de via seca com pré-aquecimento em etapas e com pré-calcinação,) estão implementadas na instalação:

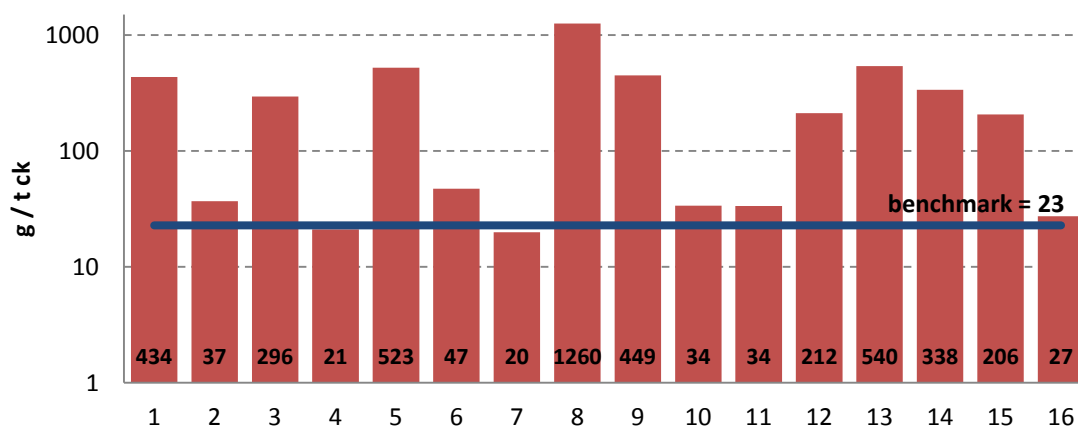
- i. Todas as medidas primárias gerais (sistema informático de controlo automático do processo, recuperação de calor dos gases de exaustão, homogeneização de matérias-primas aos fornos, e sistemas gravimétricos de alimentação de combustíveis sólidos aos fornos);
- ii. A medida primária dos queimadores de baixo teor de NOx em todos os queimadores principais e também no queimador do pré-calcinador do forno 3;
- iii. A medida primária de arrefecimento da chama através de sistemas de injeção de água nos queimadores principais dos fornos 1 e 2;
- iv. A medida secundária, designada SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction), através de sistemas automatizados de injeção de amónia, cuja instalação definitiva foi concluída em 2008, na condução de gases à saída da câmara de fumos num dos pisos inferiores das torres de pré-aquecimento de cada um dos três fornos.

Uma das acções de melhoria referidas na DA da fábrica de Cibra-Pataias (ID 14) é precisamente em relação às emissões de Nox, pretendendo assegurar o controlo da emissão através de medidas de abatimento secundárias como a SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction).

Neste indicador, o valor de *benchmark* está inserido no intervalo de valores definidos pelas MTD, mas as fábricas com menor nível de desempenho apresentam valores acima dos aceitáveis definidos no BREF de 2013.

### **Aplicação do indicador 12 “Emissão de SO<sub>2</sub>”**

O gráfico resultante da aplicação do indicador referente às emissões de SO<sub>2</sub>, encontra-se na Figura 4.12.



**Figura 4.12: Resultados do indicador 12: Emissão de SO<sub>2</sub>**

Verificou-se uma elevada diversidade de resultados, com valores entre as 20 g/t ck (valor referente ao melhor desempenho, correspondente à fábrica de El Alto (ID 7)) e as 1260 g/t ck (valor referente ao pior desempenho, correspondente à fábrica de Olazagutia (ID 8)). Assim, houve necessidade de utilizar uma escala logarítmica para melhor percepção dos resultados.

No Quadro 4.18, podemos verificar que mesmo com a existência de uma grande variedade de resultados, as instalações com emissões muito reduzidas fazem baixar o valor de *benchmark* para as 23 g/t ck.

**Quadro 4.18: Análise de desempenho no indicador 12: Emissão de SO<sub>2</sub>**

Melhor Desempenho (g/t ck)		Benchmark (g/t ck)	Valor de literatura (g/t ck)	Pior desempenho (g/t ck)	
ID 7: Fábrica El Alto	20	23	115 - 920	ID 8: Fábrica Olazagutía	1260
ID 4: Fábrica de Alcanar	21		<b>BREF 2013</b>	ID 13: Fábrica de Souselas	540
ID 16: Fábrica Secil-Outão	27			ID 5: Fábrica de Lemona	523

O valor de literatura apresentado é referente ao BREF 2013. Podemos verificar que as fábricas com melhor desempenho e o *benchmark* definido apresentam valores inferiores ao intervalo que define as boas práticas no documento de referência, demonstrando uma postura positiva e pró-activa das empresas em superar os valores de desempenho associados às melhores práticas disponíveis. Podemos também verificar que a única fábrica que excede o intervalo de valores definido no BREF é a fábrica associada ao pior desempenho, a fábrica de Olazagutía (ID 8).

A Fábrica El Alto (ID 7) demonstra na sua DA como objectivo corporativo a intenção de baixar os níveis de SO<sub>2</sub> para 90 % abaixo do valor limite, mas não associa este desempenho às práticas implementadas.

Os fornos que utilizam matérias-primas com baixos níveis de compostos sulfurados voláteis têm muito baixas emissões de SO<sub>2</sub>, em alguns casos, por abaixo dos limites de detecção, o que segundo a DA da fábrica de Alcanar (ID 4) é o caso da própria instalação. O enxofre presente nos combustíveis utilizados nesta fábrica não dá origem a emissões de SO<sub>2</sub> porque a zona de sinterização, na zona de queima e na fase inferior do pré-aquecedor é de natureza fortemente alcalina o que faz com que o enxofre fique preso no clínquer e não cause emissões de SO<sub>2</sub> significativas.

Embora o objectivo corporativo do grupo seja baixar os níveis de SO<sub>2</sub> para 90 % abaixo do valor limite, em Olazagutía (ID 8) o objectivo é cumprir o valor-limite de emissão de SO<sub>2</sub>. Para cumprir esse objectivo foi feito um investimento de 6629 € para criar uma ligação que permita a alimentação de hidróxido de cálcio a um dos fornos.

#### 4.1.6 Resíduos

O processo de fabricação de cimento não é caracterizado por uma elevada produção de resíduos, assim, os resíduos gerados pelas fábricas são derivados das actividades de manutenção das instalações, de obras de modificação, limpeza de edifícios, laboratório, serviço médico, entre outros.

Como em termos de resíduos, não há nenhuma fase que seja caracterizada por ser produtora de resíduos, utiliza-se o valor B associado ao produto fabricado. Através da análise de algumas DA, verificou-se que grande percentagem dos resíduos produzidos é valorizada, seja de forma interna ou externa e era interessante representar este dado num indicador, mas tal não foi possível devido a falta de informação. Os indicadores seleccionados para este domínio são a produção total de resíduos e a produção de resíduos considerados perigosos, representados no Quadro 4.19.

**Quadro 4.19: Indicadores-chave relativos aos resíduos**

<b>Indicador-chave (Rácio A/B)</b>	<b>Entrada (A)</b>	<b>Produção (B)</b>	<b>Metodologia desenvolvida</b>
13. Produção total de resíduos (kg/t PF)	Produção total de resíduos (t/ano)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Produção Anual de Resíduos}}{\text{Produto Fabricado}} \times 1000$
14. Produção de resíduos perigosos (g/t PF)	Produção de Resíduos Perigosos (t/ano)	Produto Fabricado (PF) (t)	$\frac{\text{Produção Anual de Resíduos}}{\text{Produto Fabricado}} \times 1000000$

Para a produção de resíduos o BREF não refere quaisquer valores referenciais nem foram encontrados outros valores comparáveis através da análise de artigos científicos.

#### **Aplicação do indicador 13 “Produção total de resíduos”**

Na aplicação do indicador de produção total de resíduos, verificaram-se resultados muito distintos, como de pode verificar na Figura 4.13 onde foi aplicada uma escala logarítmica para uma melhor representação gráfica.

As fábricas com produções totais de resíduos mais elevadas que se destacam são à fábrica de Vallcarca (ID 3) com 12389 g/t PF, a fábrica de Maceira-Liz (ID 13) com 9383 g/t PF e a fábrica de Cibra-Pataias (ID 14) com 8138 g/t PF. As fábricas caracterizadas por produções mais reduzidas são a fábrica de Alcalá de Guadaíra (ID 1) com a produção de apenas 232 g/t PF e a fábrica de Mataporquera (ID 9) com 357 g/t PF.

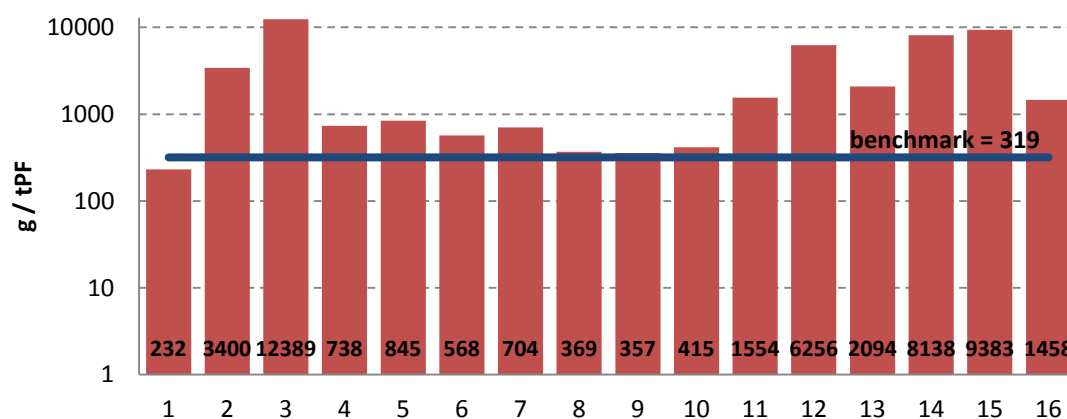


Figura 4.13: Resultados do indicador 13: Produção de resíduos

O conjunto do *top 3* definiu o *benchmark* presente no Quadro 4.20 como um valor igualmente reduzido correspondente a 319 g por tonelada de produto fabricado. Este valor reduzido é justificado essencialmente pelo facto de as grandes produções de resíduos anuais serem associadas a acções de limpeza, desmantelamento ou obras.

Quadro 4.20: Análise de desempenho no indicador 13: Produção total de resíduos

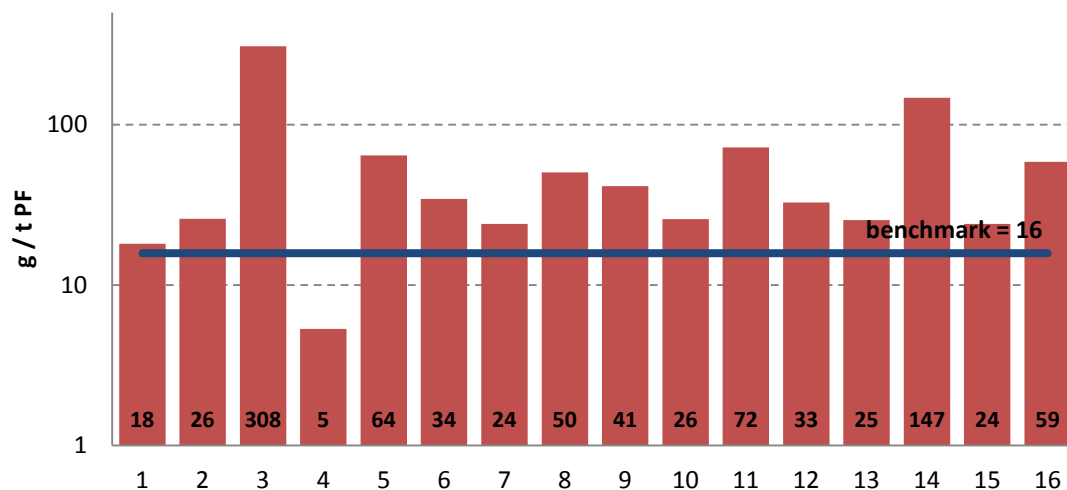
Melhor Desempenho (g/t PF)		Benchmark (g/t PF)	Pior desempenho (g/t PF)	
ID 1: Fábrica de Alcalá de Guadaíra	232	319	ID 3: Fábrica Vallcarca	12389
ID 9: Fábrica Mataporquera	357		ID 15: Fábrica Maceira-Liz	9383
ID 8: Fábrica Olazagutía	369		ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	8138

Os critérios de gestão estabelecidos na DA da fábrica de Alcalá de Guadaíra são baseados no processo de minimização do processo de geração, reutilização e reciclagem, levando-se a cabo uma gestão interna ou externa adequada para cada tipo de resíduo.

Analisando a DA da fábrica de Vallcarca, percebemos que o aumento registado na produção de resíduos teve origem numa acção de manutenção e limpeza da fábrica.

#### Aplicação do indicador “Produção de resíduos perigosos”

A produção de resíduos perigosos representa uma pequena percentagem dos resíduos totais, e mais uma vez registaram-se resultados muito distintos. As duas fábricas que se destacaram pela negativa, foram a fábrica de Vallcarca (ID 3) e de Cibra-Pataias (ID 14) apresentando 308 g/t PF e 147 g/t PF respectivamente e devido a serem valores muito superiores houve necessidade de representar o gráfico com uma escala logarítmica (Figura 4.14).



**Figura 4.14: Resultados do indicador 14: Produção de resíduos perigosos**

A fábrica com melhor desempenho ambiental, foi a fábrica de Alcanar (ID 4) que apresentou o menor valor do indicador, correspondente a 5 g/t PF. As restantes fábricas apresentaram valores entre 18-72 g/t PF.

No Quadro 4.21, apresentam-se as fábricas com melhor e pior nível de desempenho, assim como o valor de *benchmark* definido.

**Quadro 4.21: Análise de desempenho no indicador 14: Produção de resíduos perigosos**

Melhor Desempenho (g/t PF)		Benchmark (g/t PF)	Pior desempenho (g/t PF)	
ID 4: Fábrica de Alcanar	5	16	ID 3: Fábrica Vallcarca	308
ID 1: Fábrica de Alcalá de Guadaíra	18		ID 14: Fábrica Cibra-Pataias	147
ID 7: Fábrica El Alto	24		ID 11: Fábrica de Loulé	72

A fim de minimizar a geração de resíduos, a fábrica de Alcanar actua em duas áreas principais:

- Na minimização da geração de resíduos, optimizando a utilização dos recursos e reintroduzindo sempre que possível, os resíduos no processo;
- Substituição de parte dos combustíveis tradicionais por combustíveis alternativos como biomassa vegetal ou CDR (combustível derivado de resíduo);

No caso dos resíduos perigosos esta fábrica tem um local de armazenamento temporário com todas as medidas para evitar contaminações de áreas adjacentes (instalação interna, à prova de água e com sistemas de colecta de derrame). Posteriormente, a gestão de resíduos é efectuada por transportadores e agentes autorizados.

Analisando a DA das fábricas com piores níveis de desempenho, a fábrica de Vallcarca (ID 3) apresenta um plano de minimização de resíduos perigosos, e justifica a sua alta produção de

hidrocarbonetos com um trabalho de limpeza de um tanque de combustível, que teve como objectivo a sua desactivação.

## **4.2 Caso de estudo: fábrica da Secil-Outão**

Neste sub-capítulo pretende-se efectuar uma apresentação do contexto do caso de estudo, assim como a análise do desempenho da Secil-Outão nos vários indicadores calculados. É ainda feita uma comparação dos resultados do caso de estudo com o *benchmark* e com valores de literatura, e uma análise dos mesmos com base nas MTD's implementadas. Ao longo da análise dos vários indicadores serão apresentadas as boas práticas identificadas, destacadas no texto.

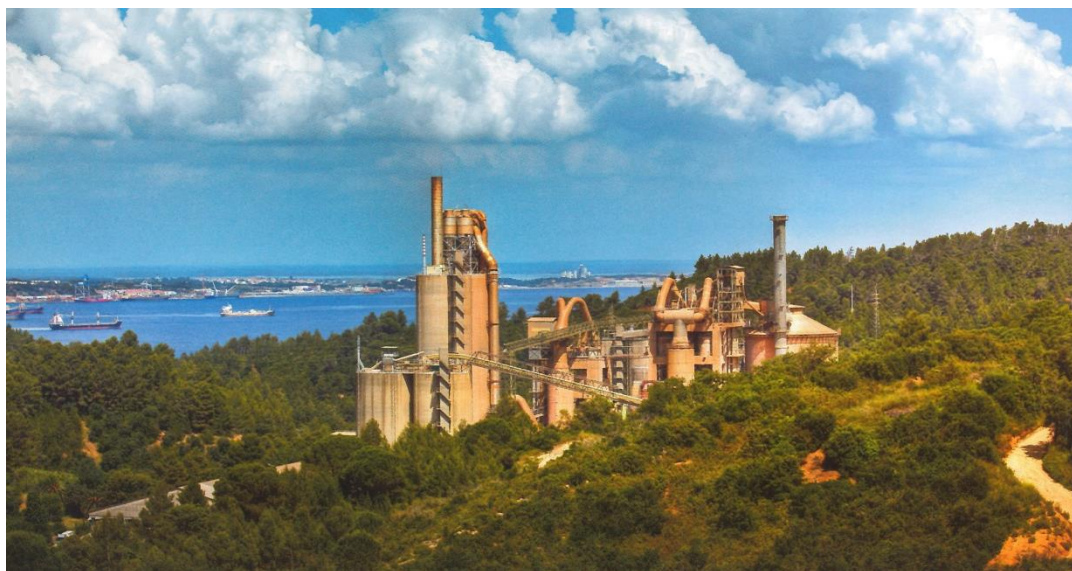
### **4.2.1 Enquadramento**

#### **4.2.1.1 Perfil da empresa**

A Secil é um Grupo empresarial com actividade em Portugal, Angola, Tunísia, Cabo Verde e Líbano, destacando-se pela produção de cimento, bem como produção e comercialização de betão, inertes e exploração de pedreiras.

Este caso de estudo incidirá sobre a fábrica de cimento da Secil-Outão, localizada no concelho de Setúbal, no Parque Natural da Arrábida (PNA) (Figura 4.15). O PNA é uma área protegida devido ao seu valioso património vegetal, que conservou um dos últimos vestígios de uma mata pré-glaciária do sul da Europa.

O Parque Natural, nasceu muito tempo depois do início da exploração (1755) e da indústria cimenteira (1904), sucedendo apenas em 1976.



**Figura 4.15: Fábrica da Secil-Outão**  
(Secil, 2012)

A fábrica da Secil-Outão dedica-se à produção de clínquer e cimento através de um conjunto de operações esquematizadas na Figura 4.16 e para isso conta com duas linhas operacionais (a linha 8 e a linha 9). O processo de fabrico utilizado é teoricamente designado por via seca, não sendo utilizada água na homogeneização das matérias-primas.

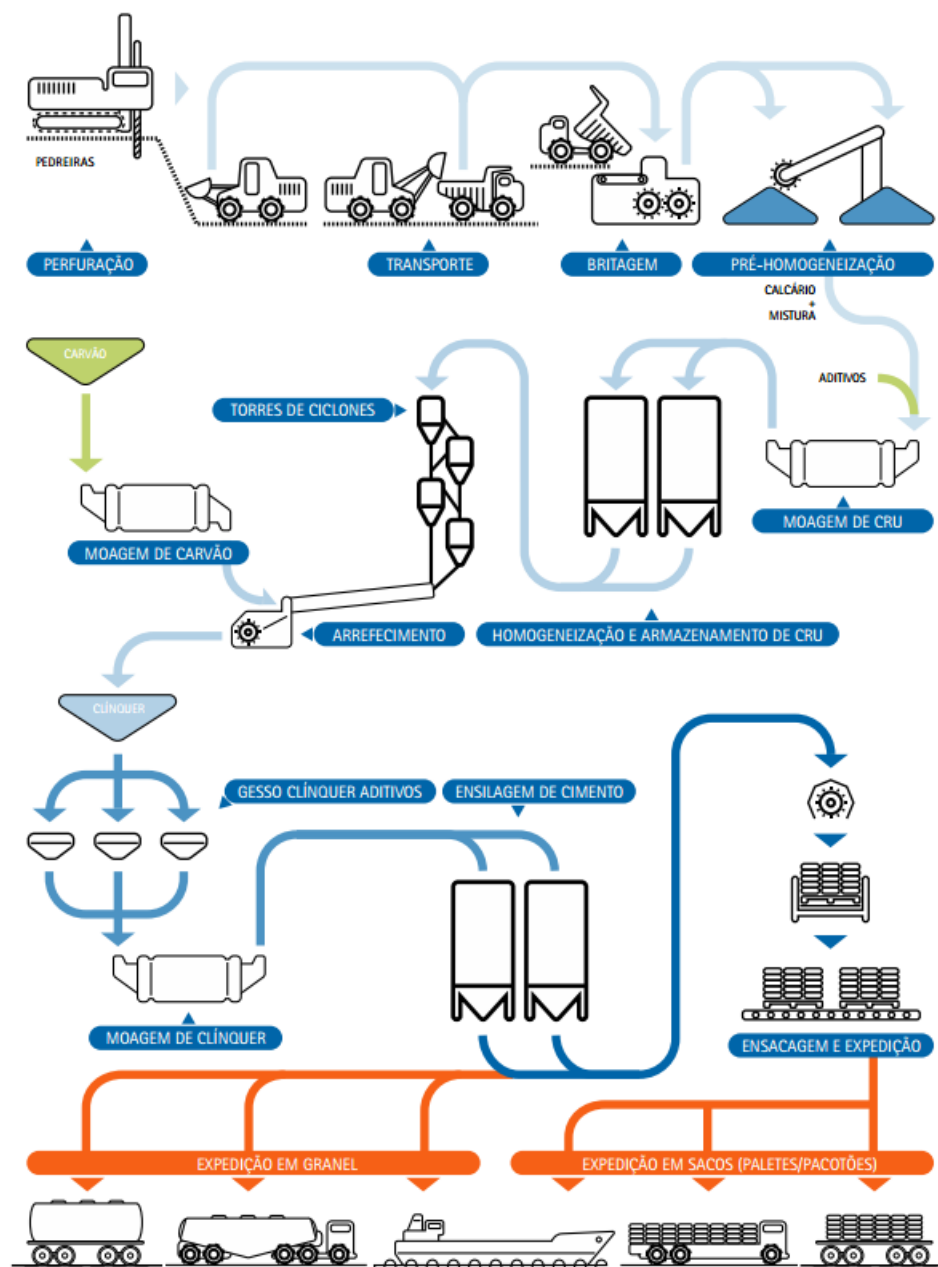


Figura 4.16: Diagrama de produção da fábrica Secil-Outão (Secil, 2014c)

As matérias-primas básicas para o fabrico do clínquer são o calcário e a margareta e no caso da fábrica Secil-Outão, as mesmas são obtidas nas próprias pedreiras, que se situam dentro do perímetro fabril e são transportadas por cintas de borracha até às áreas de armazenagem, na zona fabril.

Na moagem das matérias-primas pode ser necessário corrigir quimicamente o material e a este processo chama-se moagem de crú. Este crú permanece nos fornos cerca de 10 minutos a altas temperaturas e atinge cerca de 1450°C, o que constitui o processo de cozedura. Deste processo, surge uma rocha artificial, chamada clínquer, que depois de misturada com aditivos como o gesso e outros materiais é moída (moagem de cimento) dando-se origem aos diferentes tipos de cimento produzidos e certificados segundo a norma NP EN 197-1.

Na fábrica Secil-Outão são produzidos e expedidos os seguintes produtos:

- i. Clínquer cinzento;
- ii. Cimento Portland EN 197-1 – CEM I 42,5R;
- iii. Cimento Portland EN 197-1 – CEM I 52,5R;
- iv. Cimento Portland de calcário EN 197-1 – CEM II/B-L 32,5R;
- v. Cimento Portland de calcário EN 197-1 – CEM II/A-L 42,5N;
- vi. Cimento Portland de calcário EN 197-1 – CEM II/ B-L 42.5R;
- vii. Cimento Pozolânico EN 197-1 – CEM IV/A (V) 32,5R.

Depois do produto acabado, seguem-se as fases de embalagem e a expedição. Para o ensacamento existem 2 ensacadoras e 2 paletizadoras. A expedição do cimento pode ser feita a granel, por via marítima ou rodoviária, ou ensacado, em sacos de 25 kg, 40 kg ou 50 kg.

A fábrica dispõe de um cais próprio, o que constitui uma enorme vantagem competitiva na expedição por via marítima para exportação. Em termos de impacte económico, a existência da fábrica da Secil-Outão é um factor promotor do desenvolvimento económico e de emprego na região, trabalhando com 700 fornecedores locais (nos concelhos de Sesimbra, Palmela e Setúbal) e contribuindo com mais de 8 milhões de euros de impostos e contribuições desde 2000 (Secil, 2014b).

#### **4.2.1.2 Historial da fábrica e evolução da tecnologia aplicada**

A construção da fábrica de cimento do Outão iniciou-se em 1904 pela Companhia de Cimentos de Portugal e dois anos depois, já tinha em laboração dois fornos verticais com capacidades de produção de 10 mil toneladas de cimento por ano.

A actual SECIL, Companhia Geral de Cal e Cimento resulta da fusão de duas pequenas sociedades – a Sociedade de Empreendimentos Comerciais e Industriais, Lda. (SECIL) e a Companhia Geral de Cal e Cimento. Esta fusão aconteceu em 1930 com a participação das empresas dinamarquesas F.L.Smith & Co. E a Hojgaard & Schultz A/S.

Nos anos 30 do século XX, verificou-se uma grande evolução no processo de fabrico com a substituição dos dois fornos verticais por fornos rotativos horizontais, aumentando a capacidade de produção para 80 mil toneladas por ano.



Procurando a inovação e garantia de qualidade, foi criado um laboratório dentro da fábrica que permitiu a elaboração de estudos sobre o produto, complementado na década de 70 com a introdução de sistemas automáticos de controlo do processo de fabrico que asseguraram as condições de exploração durante 24 horas por dia.

Até aos anos 70 foram instalados mais cinco fornos, aumentando a produção para 1 milhão de toneladas anuais em 1973 e tornando a SECIL na maior fábrica de cimento do país.

Nesta altura era utilizando em todos os fornos o processo de fabrico por via húmida, onde a matéria-prima é moída e homogeneizada com recurso a água.

Em 1978 entrou em funcionamento o primeiro forno de via seca e arrancou uma segunda linha de produção com a mesma tecnologia em 1984, levando à desactivação da antiga linha de produção por via húmida. Estas alterações conduziram a reduções drásticas nos consumos de energia eléctrica e térmica e a um aumento da produção de cimento.

Actualmente existem duas linhas de produção activas correspondentes aos dois fornos (forno 8 e forno 9) equipados com torres de pré-aquecimento, constituídas por quatro andares de ciclones e nove ou dez arrefecedores planetários respectivamente. O forno 8 tem uma capacidade de produção de 2300 t/dia de clínquer e no forno 9 a capacidade é de 3500 t/dia.

O desmantelamento das estruturas fabris e recuperação de toda a área onde existia a linha de produção por via húmida foram feitos de acordo com um projecto de requalificação visual e paisagística finalizado em 2005.

## 4.2.2 Avaliação de desempenho da Secil-Outão

### 4.2.2.1 Eficiência energética

Em termos de eficiência energética são apresentados no Quadro 4.22 os resultados dos indicadores, aplicados à fábrica Secil-Outão.

**Quadro 4.22: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da eficiência energética**

Indicador	Resultado	Benchmark	Valor de literatura	Posição
1. Consumo de energia eléctrica (kWh/ t PF)	100	99	110	2º
2. Consumo de energia térmica (kWh/ t ck)	976	883	806 - 917	5º
3. Substituição térmica por combustíveis alternativos (%)	41,0	43,8	34,3	2º

Neste domínio, em dois dos três indicadores, a Secil-Outão apresenta-se entre as fábricas com melhor desempenho ambiental e que definem o *benchmark*.

De acordo com o **indicador 1**, o consumo de energia eléctrica da Secil-Outão é de 100 kWh/t PF, valor inferior ao valor de literatura considerado por Jankovic (2004) como a quantidade de energia eléctrica aproximadamente necessária para a produção de uma tonelada cimento.

Na DA da Secil-Outão, podemos verificar uma acção relacionada com o consumo de energia eléctrica, presente no programa de melhoria 2012 e que consiste no reajuste da instalação de baterias de condensadores. Esta acção foi concluída com sucesso, contribuindo para uma melhoria da eficiência energética da fábrica, embora se tenha verificado um aumento do consumo específico por tonelada de produto em relação ao ano anterior. Este aumento é justificado pela Secil-Outão como consequência ao mix de cimentos produzidos, pois os cimentos de alta resistência (com maior produção em 2012) consomem mais energia na fase de moagem do que outros tipos de cimento. O valor específico mais elevado no ano de 2012 pode ainda ser justificado pelas menores produções de clínquer e cimento, assim como por uma menor utilização de calcário moído na moagem de cimento (compensado com adição de calcário britado nos moinhos) para controlo do teor em cloretos.

No **indicador 2** referente ao consumo de energia térmica, a Secil-Outão apresenta-se em 5º lugar, com um resultado de 976 kWh/ t ck, acima do *benchmark* e do valor relativo às MTD, apresentado no BREF de 2013, onde o consumo de energia térmica através de um processo por via seca, com pré-aquecimento em vários estágios e pré-calcinação de pelo menos 4 estágios assume valores entre 806 - 917 kWh por tonelada de clínquer.

Os fornos da Secil-Outão são do tipo rotativo, ambos equipados com torres de pré-aquecimento constituídas por quatro andares de ciclones, representando os quatro estágios. Sendo a tecnologia aplicada a referenciada no BREF 2013, embora o valor de desempenho esteja acima do esperado, estão em curso acções presentes no plano de melhoria 2012 com o objectivo da recuperação de energia térmica perdida para secagem ou produção de energia eléctrica. Verificou-se também uma diminuição do consumo específico em relação a anos anteriores que resulta do aumento da estabilidade química do processo e conduz a uma redução significativa das paragens dos fornos.

O **indicador 3** é relativo à percentagem de substituição térmica por combustíveis alternativos e a Secil-Outão apresenta-se em 2º lugar com uma substituição de 41 %, inferior ao *benchmark* definido (43,8 %) devido ao facto do melhor desempenho estar associado a um valor mais elevado (50,5 %).

A fábrica Secil-Outão tem vindo desde 2004 a substituir os seus combustíveis fósseis tradicionais (coque de petróleo e carvão) por combustíveis alternativos, nomeadamente resíduos vegetais, pneus usados, CDR e resíduos industriais perigosos (RIP). O consumo de CA tem sido crescente e trazido vantagens ambientais ao nível das reduções das emissões de CO<sub>2</sub>,

diminuição do consumo de combustíveis fósseis e diminuição da quantidade de resíduos que, de outra forma, seriam depositados em aterro.

O objectivo para 2012 era atingir 50 % de substituição térmica por CA, contudo a taxa atingida foi de apenas 41 % devido ao teor de cloro e de humidade dos CA utilizados, nomeadamente dos CDR's. Ainda assim, este valor é superior à média da União Europeia que é de 34,3 %.

Com o objectivo de melhorar a sua **eficiência energética** das suas instalações, a Secil iniciou em 2012 o processo de “Optimização da Eficiência Energética das fábricas de cimento em Portugal” com o objectivo de identificar as medidas necessárias para diminuir os consumos de energia (eléctrica e térmica) e a viabilidade económica da sua implementação. Este projecto conta com a presença de uma equipa de consultores (ATKearney) e de várias equipas da Secil constituídas por elementos das várias áreas e fábricas que têm a seu cargo a implementação do projecto.

Na vertente térmica, este projecto tem o objectivo de criar as condições necessárias nas fabricas da Secil em Portugal para se atingir 70 % de substituição térmica por CA, o que representaria um melhor desempenho em comparação com qualquer fábrica analisada.

Das iniciativas contempladas no projecto, salienta-se a instalação de um *by-pass* com o objectivo de retirar cloro do processo (um dos grandes obstáculos ao aumento da taxa de substituição de CA) e a realização de testes de enriquecimento de oxigénio com o intuito de estudar a viabilidade técnica e económica da utilização de oxigénio na melhoria das condições de combustão.

#### 4.2.2.2 Eficiência dos materiais

No domínio da eficiência dos materiais, a Secil-Outão não apresenta uma posição tão favorável, apresentando-se num dos indicadores entre as três fábricas com pior desempenho (Quadro 4.23).

**Quadro 4.23: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da eficiência dos materiais**

<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>	<b>Benchmark</b>	<b>Valor de literatura</b>	<b>Posição</b>
4. Consumo de matérias-primas totais (MPT) (t MPT/ t PF)	1,55	1,28	1,52	11º
5. Incorporação de matérias-primas secundárias (MPS) (%)	1,9	11,8	4,0	14º

De acordo com o **indicador 4**, que traduz o consumo de MPT, a Secil-Outão apresenta um resultado de 1,55 toneladas de matérias-primas totais por tonelada de produto fabricado o que lhe valeu o 11º lugar no desempenho da amostra analisada.

Assim, o *benchmark* definido pelas 3 fábricas com melhor desempenho é obviamente mais baixo. O valor de literatura apresentado é proveniente do BREF 2010 e refere-se ao consumo médio de matérias-primas na União Europeia que é de 1,52 t MPT/ t ck.

O valor do **indicador 4** não é diretamente comparável com este valor de literatura, pois apresenta uma relação entre as matérias-primas utilizadas e o produto fabricado (clínquer e cimento). Assim, e como são utilizadas também matérias-primas naturais na moagem do clínquer para a produção de cimento (numa menor escala), é natural que a Secil-Outão apresente um valor acima do valor de literatura, não sendo considerado um resultado significativamente negativo.

O **indicador 5** representa a taxa de incorporação de matérias-primas secundárias, onde a Secil-Outão apresenta um baixo desempenho, justificado na DA pela composição e disponibilidade no mercado das MPS adequadas para o processo.

De acordo com a política ambiental da Secil, um dos objectivos é conseguir incorporar no processo resíduos de outras indústrias como MPS, reduzindo o consumo de MPN e promovendo um destino final adequado e mais sustentável para os resíduos.

**Boa prática identificada:**

Valorização de resíduos por co-processamento

Desde 1970 que a Secil utiliza a granalha (óxido de ferro) como MPS e em 1987 começaram a ser também introduzidas cinzas.

De 1987 a 1997, foram valorizadas mais de 700 000 toneladas de resíduos utilizados como MPS. Em 1997 iniciou-se a utilização de areias, tijolo refractário, pó de pedra, resíduos de cal e lamas de carbonato de cálcio que apresentam composições químicas semelhantes às necessárias para o fabrico de cimento. Nesse mesmo ano, foram utilizados os primeiros CA, constituídos por farinhas e gorduras animais cuja utilização foi suspensa no ano seguinte devido a toda a polémica relacionada com a co-incineração. Tal polémica levou à suspensão do processo de co-incineração até que estivessem disponíveis estudos mais pormenorizados sobre as consequências possíveis (Secil, 2006).

A Secil assumiu uma postura pró-activa formando em conjunto com a Cimpor, o grupo Scoreco, um consórcio que envolvia as duas cimenteiras e uma empresa francesa (Suez Lyonnaise des Eaux) e que pretendia pôr de em prática o processo de co-incineração (Nunes, 2003).

Através de duas entidades independentes, a ERGO<sup>1</sup> e SGS<sup>2</sup>, procedeu-se à recolha e análise de amostras de dioxinas emitidas pelas chaminés dos fornos da Secil em duas situações, com e sem co-incineração, possibilitando a comparação dos resultados e a verificação do grau de emissão de dioxinas provocado. Este estudo concluiu que não existe qualquer influência nas emissões atmosféricas, em todas as substâncias estudadas, incluindo metais pesados e dioxinas/furanos.

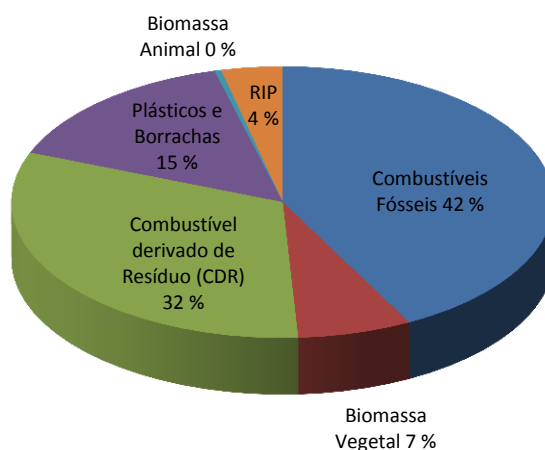
<sup>1</sup> Laboratório alemão certificado para a análise de emissões atmosféricas.

<sup>2</sup> Empresa de inspecção, verificação e certificação.

Em termos de co-incineração de resíduos industriais perigosos (RIP), um relatório da EPA (Environmental Protection Agency – Ministério do ambiente dos EUA) afirma que não existem emissões atmosféricas adicionais resultantes desta operação e este resultado foi confirmado a nível nacional em testes efectuados em 2002 (Secil, 2006).

Assim, em 2004 iniciou-se a valorização energética de biomassa vegetal (que é constituída por estilha de madeira e outros resíduos provenientes da limpeza das florestas) e no ano seguinte esta valorização passou a incluir novamente farinhas animais, chips de pneus e RDF (pedaços de tecido, papel e plástico) (Secil, 2006).

A fábrica da Secil-Outão utilizou em 2013 como combustíveis alternativos: biomassa vegetal e animal, CDR's, RIP's, Plásticos e Borrachas, o que tem permitido uma redução das suas emissões de CO<sub>2</sub> (Figura 4.17).



**Figura 4.17: Utilização de combustíveis fósseis/alternativos por tipologia em 2013 (Secil, 2013)**

A Secil-Outão dispõe de um laboratório automático desde 2005 e as matérias-primas (naturais e secundárias) assim como os combustíveis (fósseis ou alternativos) são controlados e sofrem uma cuidadosa selecção de acordo com parâmetros técnicos (APA, 2014b).

Com vista à promoção da sustentabilidade, a Secil posiciona-se no mercado dos resíduos através de duas parceiras: a Sobioen, que actua no sector dos resíduos florestais e a AVE que actua no sector dos resíduos industriais e de demolição (Secil, 2014a).

#### **4.2.2.3 Biodiversidade**

Em termos de biodiversidade e em ambos os indicadores calculados, a Secil Outão apresenta-se no grupo das três fábricas com melhor desempenho como se pode verificar no Quadro 4.24.

Embora com resultados superiores ao *benchmark*, ambos os resultados são bastante positivos quando comparados com os restantes.

Devido à presença num parque natural e através dos resultados dos indicadores deste domínio, a fábrica da Secil-Outão mostra um comportamento compatível com o meio sensível em que está inserido.

**Quadro 4.24: Resultados específicos do caso de estudo: domínio da biodiversidade**

Indicador	Resultado	Benchmark	Posição
6. Espaço edificado	21 dm <sup>2</sup> /t PF	17 dm <sup>2</sup> /t PF	3º
7. Extensão da pedreira	64 dm <sup>2</sup> /t PF	61 dm <sup>2</sup> /t PF	2º

A grande parte dos indicadores apresentados nas DA apenas tem em conta a área da fábrica como impacte na biodiversidade do local. Na Secção 4.1.3, foram apresentadas alternativas para o cálculo de diferentes indicadores, em parte inspirados pelo empenho da Secil-Outão em termos de recuperação paisagística e biodiversidade.

**Boa prática identificada:**  
Recuperação Paisagística

Em 1964, doze anos antes da criação do PNA, foram feitos os primeiros estudos com vista à recuperação das áreas de exploração da fábrica e em 1973 foi elaborado o primeiro estudo prévio intitulado “Recuperação Paisagística da Secil” que incluía um plano de lavra definindo a área de intervenção e a técnica de exploração e permitindo a recuperação da paisagem durante a exploração (plantação para a recuperação nos patamares superiores em simultâneo com a exploração dos patamares inferiores) e não apenas no final como era comum.

O primeiro projecto de Recuperação Paisagística começou a ser executado em 1982 com o objectivo de recriar o coberto vegetal originalmente existente no local de exploração. De modo a dispor das variadas espécies autóctones nas diferentes fases da recuperação paisagística, com garantia de origem e nas quantidades e épocas convenientes, foi criado em 1983 um viveiro com reprodução vegetal (Figura 4.18).



**Figura 4.18: Viveiros da Secil-Outão (Secil, 2008)**

As sementes das várias espécies são colhidas nas áreas naturais envolventes à exploração e transportadas para os viveiros ao ar livre ou em estufas (quentes e frias). Actualmente multiplicam-se nos viveiros 15 espécies nativas e utilizam-se técnicas de revegetação mais adequadas como a hidrosementeira que produz uma cobertura vegetal mais efectiva do solo pois cria um ambiente favorável à germinação nas condições climáticas mais adversas, protegendo o solo, as sementes e os fertilizantes utilizados.

As várias dificuldades relacionadas com a recuperação, quer ao nível do solo, do declive e da vegetação, têm sido ultrapassadas com o evoluir das técnicas de revegetação disponíveis como a hidrosementeira, o muro ecológico que permite a construção de estruturas de contenção com declives variáveis até 80° e sem limitações de altura (mantendo a parte frontal do muro totalmente vegetalizada e integrada na paisagem) e um polímero que aumenta a retenção da água.

As pedreiras da fábrica assumem designações diferentes consoante o mineral extraído, como é o caso de “Vale de Mós A” de onde se extrai o calcário (Figura 4.19) e “Vale de Mós B” de onde é extraída a marga (Figura 4.20). Estas áreas perfazem um total de 99 hectares.



**Figura 4.19: Taludes recuperados da pedreira “Vale de Mós B” (Secil, 2013)**



**Figura 4.20: Taludes recuperados da pedreira “Vale de Mós A” (marga) da SECIL-Outão (Secil, 2013)**

Com o passar dos anos e através da aprendizagem adquirida foram feitas algumas correcções como a redução da altura dos degraus de recuperação da pedreira de 20 m para 10 m diminuindo



o seu impacto e a introdução do conceito de biodiversidade, integrando as componentes fauna e flora e procurando a recuperação de todo o ecossistema e não de apenas o aspecto visual da paisagem.

**Boa prática identificada:**

**Valorização da Biodiversidade**

Em 2007, articulado com o projecto de recuperação paisagística e em parceria com a Universidade de Évora, a Secil iniciou o Estudo e Valorização da Biodiversidade, na sua componente fauna. O objectivo principal deste projecto é minimizar os impactos das actividades extractivas e acelerar o processo de colonização natural nos ecossistemas naturais adjacentes à fábrica, caracterizados pela elevada biodiversidade.

Numa 1ª fase foi caracterizada a situação de referência nas diferentes fases de recuperação paisagística assim como foi feito o diagnóstico dos factores limitantes da abundância e diversidade de espécies que envolveu cinco grupos faunísticos: insectos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Foram encontradas 150 a 152 espécies faunísticas das quais se salienta a ocorrência de algumas com interesse para conservação a nível nacional e/ou europeu, como:

- i. Morcegos Arborícolas (*Nyctalus spp.*);
- ii. Aves de Rapina Diurnas – como a águia-cobreira (*Circaetus gallicus*);
- iii. Posseriformes – como a felosa-do-mato (*Sylvia undata*), o melro-de-peito-branco (*Turdus Torquatus*) e o melro-azul (*Turdus solitarius*);
- iv. Insectos – como a borboleta (por exemplo, a *Euchloe tagis*) e várias espécies de carabídeos raras no PNA.

Entre 2008 e 2011 iniciou-se a 2ª fase intitulada “Implementação de Medidas de Gestão e Monitorização” que definiu uma estratégia de gestão activa baseada na implementação de acções potenciadoras da ocorrência de um maior e mais diversificado número de espécies autóctones. Foram implementadas 52 % das acções previstas no plano, no âmbito da sensibilização, vigilância, controlo de animais assilvestrados, gestão da vegetação, promoção de abrigos e aumento da disponibilidade hídrica.

Este estudo encontra-se agora na 3ª fase (2011-2014) que dá continuidade às acções implementadas, faz uma avaliação das mesmas e monitorização das populações faunísticas. Para além do reforço das acções mais eficazes, o plano de acção consistirá também em alterar algumas das medidas que tiveram pouco sucesso e em implementar novas acções. Dos resultados obtidos, destacam-se os seguintes:

- i. Construção de um percurso ambiental;
- ii. 20 % das caixas-ninho ocupadas (por 4 espécies);
- iii. 1 Caixa-abrigo para morcegos ocupada;



- iv. Ocupação/ utilização dos muros de pedra;
- v. Aumento do número de micromamíferos;
- vi. 26 Espécies detectadas no charco artificial, com elevada afluência no período seco (entre Junho e Outubro);

Em termos de biodiversidade, a Secil foi co-financiadora do projecto “BIOMARES – Projecto de Recuperação da Biodiversidade Marinha”, em parceria com o programa Life da União Europeia. Este projecto tem desde 2006 o objectivo de preservar e recuperar a biodiversidade na área do Parque Marinho Luiz Saldanha, incluído no PNA. Foi implementado um conjunto de 26 ações divididas em cinco categorias: preparação, conservação, monitorização, divulgação e gestão (Cunha *et al.*, 2011).

O apoio deste projecto vai de encontro à política ambiental da Secil, com acções que vão para além do âmbito da sua actividade e que já mereceu uma menção honrosa na 2ª edição do Prémio BES Biodiversidade, pela sua inovação, expressiva continuidade, consistência e actualidade (Secil, 2009).



**Figura 4.21: Zonas de transplante e outras imagens representativas do projecto Biomares**  
(Centro de Ciências do Mar, 2011)

O Plano Ambiental de Recuperação Paisagística da Fábrica Secil-Outão actualmente em curso visa reconstituir integralmente o ecossistema de fauna e flora de toda a propriedade, com mais de 400 ha, prevendo uma recuperação ambiental que supera em muito o exigido por lei.



O **indicador 8**, referente ao consumo de água na Secil-Outão apresenta um dos três valores mais elevados, representando um reduzido desempenho ambiental.

Podemos verificar no Quadro 4.25 que o *benchmark* é semelhante ao valor de literatura da agência internacional da energia (IEA ETSAP, 2010) e muito inferior ao valor obtido pela fábrica da Secil-Outão.

Este elevado consumo de água, apresenta um aumento face ao ano anterior, e é por parte justificado pelo envelhecimento da rede interna de abastecimento que se traduziu em fugas e perdas reais.

No entanto, a Secil-Outão apresenta no seu programa de melhoria 2012, constante da DA, três acções para redução do consumo de água:

- i. Colocação de torneiras com redutores de caudal;
- ii. Levantamento da rede de consumo de água potável na fábrica e sua adaptação/optimização;
- iii. Avaliação da pegada ecológica em termos de água;

As duas primeiras acções descritas foram concluídas em 2012 e a terceira acção encontra-se em curso, sendo justificado na DA que ao nível da CSI ainda não está definida a ferramenta para avaliação de riscos e oportunidades decorrentes da gestão da água.

A água utilizada nas instalações provém de uma captação de água superficial do Rio Sado e de três captações de água subterrânea devidamente licenciadas pela entidade competente. Apenas uma das captações é utilizada para produção de água para consumo e a restante água é utilizada para rega dos viveiros, no arrefecimento de máquinas e equipamentos, na recuperação paisagística das pedreiras e na humedificação dos caminhos de terra, como forma de minimização da emissão difusa de partículas.

#### **4.2.2.5 Emissões**

No domínio relativo às emissões são apresentados no Quadro 4.26 os resultados do caso de estudo, assim como o *benchmark* e os valores de literatura associados.

Para a monitorização das emissões de partículas e gases, a fábrica da Secil-Outão encontra-se equipada com analisadores de gases e opacímetros que permitem efectuar medições em contínuo aos vários poluentes provenientes dos fornos e fontes fixas de maior caudal.



**Quadro 4.26: Resultados específicos do caso de estudo: domínio das emissões**

<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>	<b>Benchmark</b>	<b>Valores de literatura</b>	<b>Posição</b>
9. Emissão de Partículas (g/t PF)	7	5	23 – 46	3º
10. Emissão de CO <sub>2</sub> (kg/t ck)	782	768	841	5º
11. Emissão de NO <sub>x</sub> (kg/t ck)	1,31	0,92	0,46 – 1,04	8º
12. Emissão de SO <sub>2</sub> (g/t ck)	27	23	115 – 920	3º

O **indicador 9** apresenta a quantidade de partículas emitidas na produção de uma tonelada de produto fabricado. Neste indicador a Secil-Outão apresenta o 3º melhor desempenho, superior ao *benchmark*, mas muito inferior aos valores de literatura considerados, retirados do BREF 2013.

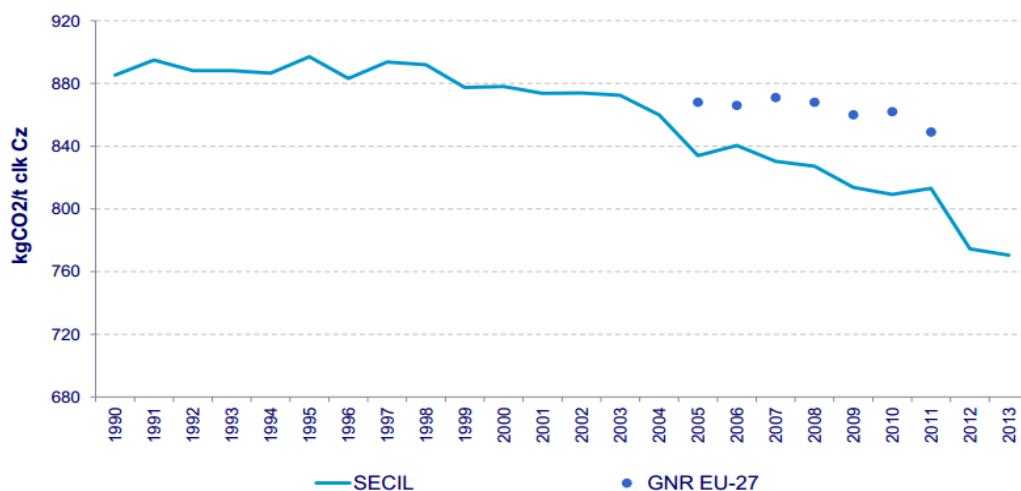
Segundo a DA da Secil-Outão, existiu um aumento da emissão específica de partículas em relação ao ano anterior, justificado pela normal evolução do desempenho do sistema de despoeiramento.

De acordo com a licença ambiental da fábrica Secil-Outão, os sistemas de filtragem são objecto de um plano de manutenção que garante o correcto funcionamento dos mesmos. Em cada um dos fornos existe instalado um sistema de redução da emissão de partículas e gases composto por um electrofiltro e um filtro de mangas que funcionam sequencialmente e nos moinhos de combustível, de cimento e nos arrefecedores estão presentes filtros de mangas.

Todos os pontos de emissão difusa de partículas do processo dispõem de sistemas de despoeiramento, nomeadamente as quedas de material pulverulento, silos, zonas de armazenamento e sistemas de carregamento de navios a granel. A fábrica dispõe ainda de sistemas fixos de aspiração em pontos importantes do processo como as zonas de moagem de crú e cimento e as torres de ciclones.

O **indicador 10** representa as emissões de CO<sub>2</sub> relativas à produção de clínquer. Quanto ao resultado da fábrica da Secil-Outão, representa o 5º melhor desempenho da amostra mas apresenta um valor inferior ao valor da literatura referente à média das emissões reportadas por fábricas de cimento da Europa em 2012 (CSI, 2011).

Como se pode verificar na Figura 4.23, em termos de emissões de CO<sub>2</sub>, a Secil-Outão apresenta uma clara tendência de redução, com valores abaixo da média europeia segundo a base de dados da GNR. De reforçar que a diminuição das emissões passou a ser mais evidente a partir de 2004, ano em que voltaram a ser utilizados CA em maiores quantidades.



**Figura 4.23: Emissões específicas de CO<sub>2</sub> por tonelada de clínquer da Secil-Outão (Secil, 2014a)**

Como resposta ao desafio das alterações climáticas, a Secil-Outão tem vindo a desenvolver um conjunto de medidas no sentido de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>:

- i. Redução da taxa de incorporação de clínquer necessária ao cimento;
- ii. Aumento de CA;
- iii. Aumento de matérias-primas descarbonatadas;
- iv. Diminuição do consumo térmico específico.

A Secil tem vindo a promover a utilização de cimentos do tipo II (cimentos compostos), em substituição dos cimentos de tipo I (desde que se assegure a compatibilidade com a aplicação específica) e através desta medida consegue-se uma menor intensidade carbónica do produto e um menor consumo de energia eléctrica na operação de moagem.

Foi definido como objectivo estratégico da Secil, uma redução de 15 % até 2015 das emissões específicas de CO<sub>2</sub> por tonelada de produto cimentício, tendo por base os valores de 1990, ou seja, alcançar um valor de 637 kg CO<sub>2</sub>/t PF que representaria o melhor desempenho da amostra, em comparação com os resultados obtidos neste indicador.

O **indicador 11** representa a emissão de NO<sub>x</sub> por tonelada de produto fabricado e a Secil-Outão obteve um resultado de 1,31 kg/t ck. Este valor representa um desempenho intermédio na amostra (assumindo o 8º lugar) acima do *benchmark* mas abaixo do limite inferior do intervalo de valores apresentado no BREF.

Na DA é apresentada uma acção no âmbito do programa de melhoria 2012 cujo objectivo é reduzir as emissões específicas de NO<sub>x</sub>. Esta acção sofreu um atraso devido a uma situação de emergência (derrame de amónia) e os trabalhos de montagem do *by-pass* impediram o acesso ao depósito de amónia. Prevvia-se o re-início dos trabalhos em Fevereiro de 2013 e a conclusão da acção para Setembro de 2014.

A Secil-Outão tem implementadas como medidas de redução primárias o “arrefecimento da chama”, “um queimador de baixo Nox”, optimização do processo e da combustão. Tem também aplicada a medida secundária designada SNCR que consiste num sistema automatizado de injeção de amónia.

No **indicador 12** avaliam-se as emissões SO<sub>2</sub> por tonelada de clínquer produzida. O desempenho da Secil-Outão é bastante positivo, representando o 3º melhor desempenho da amostra e apresentando-se acima do *benchmark* mas também abaixo do limite inferior do intervalo de valores referido no BREF 2013.

Quanto a boas práticas implementadas existe uma manutenção de baixas emissões de SO<sub>2</sub> e foi realizada uma optimização do funcionamento da moagem de farinha para abatimento do SO<sub>2</sub>, minimizando o período de funcionamento dos moinhos de crú relativamente ao funcionamento dos fornos, de modo que a lavagem dos gases de exaustão pelo crú se faça da forma mais eficiente possível.

#### 4.2.2.6 Resíduos

No que diz respeito aos resíduos, os resultados dos indicadores estão presentes no Quadro 4.27.

**Quadro 4.27: Resultados específicos do caso de estudo: domínio dos resíduos**

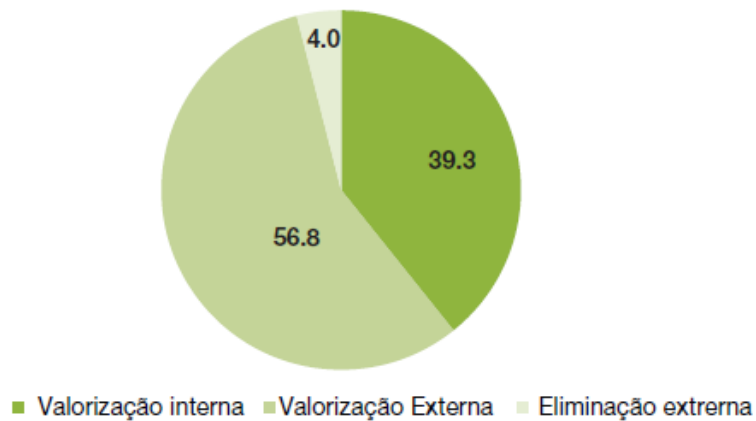
<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>	<b>Benchmark</b>	<b>Posição</b>
13. Produção total de resíduos (g/t PF)	1458	319	9º
14. Produção de resíduos perigosos (g/t PF)	59	16	12º

O **indicador 13** traduz a quantidade total de resíduos produzida por tonelada de produto fabricado e o resultado associado ao caso de estudo foi de 1458 g/t PF.

Este desempenho está bastante acima do *benchmark* e valeu à Secil-Outão um 9º lugar na amostra.

Como referido na secção 4.1.6, no sector cimenteiro a grande parte dos resíduos são valorizados interna ou externamente, o que podemos verificar na Figura 4.24 onde a percentagem de resíduos eliminada é de apenas 4 % da total produção.

Os resíduos gerados são recolhidos e armazenados de forma individualizada nos devidos locais (eco parque e parque de sucata) sendo estes sempre que possíveis valorizados internamente ou encaminhados para operadores licenciados para a sua gestão, privilegiando também as suas soluções de valorização.



**Figura 4.24: Percentagens de resíduos por tipologia do destino final**  
(Secil, 2012)

Na qualidade de fabricante de produto embalado, cujas embalagens não são reutilizáveis (sacos de papel e plástico) a Secil-Outão optou por aderir a um Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagem através da Sociedade Ponto Verde.

No **indicador 14** é representada a produção de resíduos perigosos associados à produção e a Secil-Outão obteve um resultado de 59 g por tonelada de produto fabricado, valor que está também muito acima do *benchmark* definido.

É considerado resíduo perigoso um resíduo que apresente, pelo menos, uma característica perigosa para a saúde ou para o ambiente, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos.

Em 2012, 77 % dos resíduos perigosos produzidos, consistiam em veículos em fim de vida e águas com óleo proveniente dos separadores óleo/água. Os veículos em fim de vida são resíduos esporádicos, não sendo produzidos todos os anos e pode considerar-se que os abatimentos realizados no ano 2012, prejudicaram directamente o indicador relativo aos resíduos perigosos do caso de estudo.

#### **4.2.2.7 Outras boas práticas identificadas**

Em seguida serão abordados outros domínios de boas práticas não abordados nos indicadores de desempenho desenvolvidos.

#### **Certificação de produto e sistemas de gestão**

A Secil procedeu à certificação de produto em 1990 através da norma europeia EN 197-1 correspondente à composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes.

Em 1996, a Secil assumiu o compromisso de melhoria contínua do desempenho com a implementação de um SGA de acordo com o referencial normativo ISO 14001:2004, desde logo

integrado com o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e em 2005 certificou o sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho. O registo no EMAS foi obtido em 2008 e nesse mesmo ano foram integrados os sistemas de qualidade, ambiente e segurança e saúde no trabalho (SGI) (Secil, 2012).

O laboratório de controlo de qualidade da fábrica foi também acreditado em 2012 segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005 (Secil, 2012).

Os sistemas de gestão relacionados com a sustentabilidade e âmbito social da empresa estão certificados de acordo com as normas correspondentes e são apresentados em seguida:

- i. Sistema de Gestão da Qualidade de acordo com a norma ISO 9001:2008;
- ii. SGA de acordo com a norma ISO 14001:2004 e regulamento EMAS;
- iii. Sistema de Gestão de Saúde e Segurança no trabalho de acordo com a norma OHSAS 18001:2007.

#### **Comissão de Acompanhamento Ambiental**

Em 2003 a Secil constituiu voluntariamente um mecanismo próprio de relacionamento com todas as partes interessadas, ou seja, uma Comissão de Acompanhamento Ambiental (CAA) com o intuito de analisar e discutir as diferentes actividades da empresa, informando a sociedade através dos seus representantes. Este organismo foi um dos primeiros a ser implementado em Portugal e visa acompanhar a performance ambiental e social da fábrica, desenvolvendo campanhas de comunicação junto das populações envolventes, reportando o seu desempenho e fomentando a transparência da sua actuação.

A CAA é constituída pelas seguintes entidades independentes, públicas e privadas da região de Setúbal:

- i. Administração Regional de Saúde – sub-região de Setúbal;
- ii. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal;
- iii. Parque Natural da Arrábida (PNA);
- iv. Delegação de Saúde de Setúbal;
- v. Hospital Ortopédico Santiago do Outão;
- vi. Parque de Campismo do Outão;
- vii. LASA – Liga dos Amigos de Setúbal e Azeitão;
- viii. AERSET – Associação Empresarial da região de Setúbal;
- ix. APEA – Associação Portuguesa de Engenheiros do Ambiente;
- x. Associação dos Bombeiros Voluntários de Águas de Moura;
- xi. SONAE Turismo.



Os seus membros têm pleno acesso às instalações fabris 24 horas por dia e a Secil disponibiliza-lhes recursos financeiros para a contratação de empresas especializadas em realizar tarefas de consultadoria técnica.

Esta iniciativa da Secil tem permitido perceber melhor as preocupações das comunidades e aumentar a sua capacidade de resposta aos desafios que lhe são colocados em termos de sustentabilidade.

#### **Biomonitorização de dioxinas/furanos e metais em solos e líquenes**

Através de um protocolo estabelecido entre a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e a Secil – Companhia Geral de Cal e Cimento e em resultado de uma proposta do EIA, e consignado pela Declaração de Impacte Ambiental (DIA) referente ao projecto de Co-incineração de Resíduos Industriais Perigosos na Fábrica Secil-Outão, realiza-se um Programa de Monitorização através da análise de solos e líquenes (FFCUL, 2014).

São analisadas amostras de solos e líquenes para a verificação da presença de dioxinas/furanos e metais pesados, recolhidas numa área de 60 Km<sup>2</sup> na envolvente da fábrica da Secil-Outão. Esta biomonitorização realizou-se desde 2009 através de líquenes *in-situ* e em 2012 recorreu-se à utilização de transplantes de forma a cobrir locais onde não se verificava a presença de líquenes, de forma a diminuir factores de erro associados (FFCUL, 2014).

Os níveis de dioxinas e furanos registados tanto nos solos como nos líquenes evidenciam que a Secil não é uma importante fonte destes poluentes para a região envolvente e que as actividades industriais são uma fonte de poeiras metálicas que na sua maioria se depositam localmente a distâncias curtas da fábrica, no entanto, em concentrações baixas, geralmente abaixo dos limites legais (FFCUL, 2014).

#### **Secil Portas Abertas**

De acordo com a política da Secil de transparência e proximidade à comunidade, todos os anos a empresa convida a população em geral a conhecer o seu trabalho assim como as suas preocupações ambientais e sociais.

Durante alguns dias, a cimenteira dá a oportunidade aos interessados de fazer uma visita à fábrica, disponibilizando autocarros para duas visitas diárias onde podem conhecer o processo de produção, verificar o estado da recuperação ambiental das pedreiras assim como ter conhecimento dos projectos em desenvolvimento.

Esta iniciativa ocorre desde 2004, comemorando-se este ano o 10º aniversário da “Secil de Portas Abertas” cujo sucesso é ilustrado pelos cerca de 4 mil participantes que já visitaram a fábrica.

### 4.2.3 Síntese e Recomendações

Segundo os resultados do caso de estudo, podemos verificar que a Secil-Outão, em 6 dos 14 indicadores apresenta um dos três melhores resultados que são utilizados para definir as melhores práticas para cada indicador.

Os domínios associados a um **melhor desempenho** são:

- i. **Biodiversidade:** Devido à presença no PNA, as preocupações neste domínio, em termos de fauna e flora são elevadas, e embora não tenha sido possível utilizar indicadores mais apropriados para o estudo da biodiversidade, através da área da fábrica e da extensão da pedreira verificou-se que a Secil-Outão tem um reduzido impacto quando relacionada com as outras fábricas do sector. Em ambos os indicadores estudados neste domínio, e devido ao seu elevado desempenho, a Secil-Outão contribuiu para a definição do *benchmark*.
- ii. **Eficiência Energética:** Em termos de eficiência energética, o caso de estudo apresentou melhor desempenho nos indicadores 1 e 3, referentes ao consumo de energia eléctrica e substituição térmica por combustíveis alternativos, atingido em ambos os indicadores um 2º lugar. A existência de um projecto em curso para a optimização da eficiência energética das fábricas de cimento em Portugal, mostra que a redução do consumo de energia nas suas duas componentes é simultaneamente uma preocupação ambiental, assim como uma necessidade económica, garantindo a sustentabilidade do negócio.
- iii. **Emissões:** No domínio das emissões destacam-se pela positiva o 3º lugar de desempenho na emissão de partículas e SO<sub>2</sub>, com valores muito inferiores aos valores referidos no BREF 2013, conseguidos através da aplicação de algumas das MTD referidas no mesmo documento de referência. Os indicadores relativos às emissões de CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> não obtiveram tão bom desempenho, com um 5º e um 8º lugar associados respectivamente, mas ainda assim, assumiram valores dentro dos valores de literatura recolhidos.

Nos restantes indicadores, a Secil-Outão apresentou-se sempre em posições abaixo do 8º lugar, destacando-se pela negativa os **indicadores 5 e 8** relativos à **incorporação de MPS e consumo de água**, respectivamente, onde foram obtidas as classificações mais baixas, correspondente a um 14º lugar.

Uma elevada taxa de incorporação de MPS apresenta uma série de benefícios ambientais, incluindo a diminuição da extração de matérias-primas da pedreira e da quantidade de resíduos direccionados para aterro sanitário não interferindo na qualidade do produto, na segurança e saúde dos trabalhadores nem no ambiente. Sendo assim, recomenda-se um estudo de mercado

com vista a verificar a composição e disponibilidade das MPS adequadas para o processo e assim ir de encontro aos objectivos presentes na política ambiental da empresa.

Quanto ao consumo de água, embora a Secil-Outão tenha concluído em 2012 duas acções para redução do consumo, existe também em curso uma avaliação da pegada ecológica em termos de água em todas as fábricas do grupo em Portugal, com vista à implementação de medidas de redução identificadas.

Neste sentido, é reforçada a importância da aplicação da metodologia de *benchmark* desenvolvida na presente dissertação e considera-se que a metodologia foi aplicada ao caso de estudo da Secil-Outão com sucesso, tendo sido avaliado o desempenho da empresa nos diferentes indicadores.



## 5 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais **conclusões da dissertação**, as **dificuldades e limitações do estudo**, assim como oportunidades de **desenvolvimentos futuros**.

A presente dissertação inclui como principais objectivos um *benchmarking* para a avaliação do desempenho ambiental no sector cimenteiro realizado com base nos dados disponíveis nas DA das várias fábricas de cimento registadas no EMAS e o estabelecimento de uma relação entre os níveis de desempenho e as melhores práticas. Pretende-se também utilizar o *benchmarking* como ferramenta de gestão fornecendo informação sobre os potenciais de melhoria dos vários domínios analisados para posterior aplicação. A implementação da metodologia desenvolvida foi testada no caso de estudo da fábrica Secil-Outão, e poderá ser replicada a outras empresas do sector.

Foi realizada uma revisão de literatura com um enquadramento do sector cimenteiro, fazendo uma apresentação do processo de produção, dos aspectos e impactes ambientais resultantes da sua actividade e das várias ferramentas de gestão ambiental aplicáveis.

A metodologia utilizada é constituída por três fases principais: o processo de *benchmarking* e a aplicação dos conhecimentos obtidos através do caso de estudo que são processos em paralelo e que culminam numa fase de discussão, análise de resultados e recomendações.

Da amostra recolhida na base de dados do EMAS (23 fábricas de cimento), foi efectuado um *benchmarking* entre 16 fábricas espanholas e portuguesas que constituem uma representatividade de 70 % do universo de organizações registadas no EMAS.

Com base na análise das DA, foram construídos indicadores relativos aos domínios: eficiência energética, eficiência dos materiais, biodiversidade, água, emissões e resíduos.

A fábrica que se apresentou mais vezes no *top 3* de desempenho de cada indicador foi a fábrica da Secil Outão (correspondente ao caso de estudo) que verificou um dos três melhores níveis de desempenho em 6 dos 14 indicadores analisados. Apesar de não atingir o primeiro lugar em nenhum indicador, apresentando-se como uma das três fábricas com melhor desempenho, os resultados da Secil-Outão foram utilizados para definir as melhores práticas em cada um desses indicadores. A fábrica da Lloseta está presente no *top 3* de desempenho de 5 dos 14 indicadores analisados, destacando-se três primeiros lugares nos indicadores de utilização de matérias-

primas totais, espaço edificado e extensão da pedreira. Com 4 dos 14 indicadores analisados no *top 3* está a fábrica de Cibra-Pataias, pertencente ao grupo Secil e que obteve o melhor desempenho no indicador de substituição térmica por combustíveis alternativos.

Quanto ao **caso de estudo** relativo à **fábrica da Secil-Outão**, os melhores níveis de desempenho foram atingidos nos domínios da biodiversidade, eficiência energética e emissões e os piores resultados obtidos foram relativos aos indicadores **incorporação de MPS** e **consumo de água**, respectivamente, onde foram obtidas as classificações mais baixas, correspondente a um 14º lugar na amostra.

Consta que os níveis de desempenho em vários indicadores são superiores aos valores definidos no BREF 2013, confirmando o empenho e compromisso das fábricas de cimento registadas no EMAS.

## 5.1 Dificuldades e Limitações do estudo

Uma das principais dificuldades encontradas foi na fase de recolha das DA's. Nenhuma das fábricas analisadas apresentava uma DA actualizada na base de dados do EMAS e uma grande parte delas nem tinha nenhum documento associado. Todas as DA tiveram de ser recolhidas individualmente, nas páginas de Internet das fábricas ou do grupo da marca.

Devido à utilização dos dados presentes nas DA, por vezes houve dificuldade em encontrar dados desagregados.

Em virtude das dificuldades na compreensão da língua em que algumas das DA foram publicadas, e da ausência de DA's disponíveis noutros casos, não foi possível analisar todas as fábricas, mas sim apenas as relativas a Portugal e Espanha, correspondentes a 70 % do universo de organizações registadas no EMAS.

## 5.2 Desenvolvimentos futuros

No desenvolvimento da presente dissertação foram identificados alguns tópicos com potencial de desenvolvimento em trabalhos futuros.

Propõe-se a elaboração de um **índice agregado** que defina o desempenho ambiental com base nos variados indicadores. Para a elaboração de um índice deste género, é necessário adequar os factores de ponderação de cada indicador ao impacte ambiental específico no sector, e para a obtenção de resultados fidedignos, propõe-se a dinamização do processo de avaliação dos diferentes indicadores através de metodologias participativas, que contassem com as opiniões das várias partes interessadas do sector.

Pode ainda propor-se a aplicabilidade da abordagem metodológica desenvolvida em outros sectores de actividade e outras organizações do sector, em diferentes contextos geográficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APA: Agência Portuguesa do Ambiente (2014a) Documentos de Referência sobre MTD (BREF), disponível em: <<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=151&sub2ref=321>> e consultado em: 17-06-2014;
- APA: Agência Portuguesa do Ambiente (2014b) Licença Ambiental – Fábrica Secil-Outão, LA nº515/3.0/2014, Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora;
- APCER (2014) Guia interpretativo NP EN ISO 14001:2004, disponível em: <[http://santarem.udipss.org/pt/documentos/novidades/guia\\_14001.pdf](http://santarem.udipss.org/pt/documentos/novidades/guia_14001.pdf)> e consultado em: 08-09-2014;
- APCER (2014) Sistemas de Gestão, disponível em <[http://www.apcer.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22&Itemid=45&lang=pt](http://www.apcer.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=45&lang=pt)> e consultado em: 07.05.2014;
- ATIC – Associação Técnica da Indústria de Cimento (2014) Mapa Mundo e Portugal, disponível em: <[http://www.jornadasatic.com/atic\\_mapa\\_p.asp](http://www.jornadasatic.com/atic_mapa_p.asp)> e consultado em: 14.05.2014;
- AVE: Gestão Ambiental e Valorização Energética (2014) Resíduos com valor acrescentado; disponível em <<http://www.ave.pt/03coprocessamento/>> e consultado a 24-06-2014;
- Bahr, B., Hanssen, O., Vold, M., Pott, G., Stoltenberg-Hansson, Steen, B. (2003) Experiences of environmental performance evaluation in the cement industry. Data quality of environmental performance indicators as a limit factor for *Benchmarking* and Rating, Journal of Cleaner Production, 11, 713-725;
- Boesch, M., Hellweg, S., (2010) Identifying improvement potentials in cement production with life cycle assessment, Environmental Science & Technology, 44, 9143-9149;
- Boston Consulting Group (2013) The Cement Sector: A Strategic Contributor to Europe's Future, disponível em <<http://www.cembureau.eu/european-cement-industry-strategic-contributor-europes-future>> e consultado em: 14.05.2014;
- Brouwer, M., van Koppen, C., (2008) The soul of the machine: continual improvement in ISO 14001, Journal of Cleaner Production, 16, 450-457;
- Burman, O., Zobel, T. (2004) Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: experiences in Swedish organizations; Journal of Cleaner Production, 12, 13-27;

- CEC – Commission for Environmental Cooperation (2005) Successful Practices of Environmental Management Systems in Small and Medium-Size Enterprises; disponível em: <<http://www3.cec.org/islandora/en/item/2273-successful-practices-environmental-management-systems-in-small-and-medium-size>> e consultado em: 08-09-2014;
- CEMBUREAU - The European Cement Association (2009) Building a future, with cement & concrete – Adapting to climate change by planning sustainable construction; disponível em: < <http://www.cembureau.be/sites/default/files/documents/CC.pdf>> e consultado em: 04-09-2014;
- CEMBUREAU - The European Cement Association (2009) Sustainable cement production; disponível em <<http://www.cement.ie/images/Reports/Sustainable%20cement%20production%20Brochure.pdf>> e consultado em: 30-04-2014;
- CEMBUREAU - The European Cement Association (2014a) Co-processing in the cement industry: using waste as a resource; disponível em: <<http://www.cembureau.be/topics/resource-efficiency-cement-industry/co-processing-cement-industry-using-waste-resource>>, consultado em: 28-04-2014;
- CEMBUREAU - The European Cement Association (2014b) Alternative raw materials; disponível em: <<http://www.cembureau.be/topics/alternative-fuels-raw-materials/alternative-raw-materials>>, consultado em: 30-04-2014;
- CEMBUREAU - The European Cement Association (2014c) Alternative Fuels; disponível em <<http://www.cembureau.be/topics/alternative-fuels-raw-materials/alternative-fuels>> e consultado em: 30-04-2014;
- Chen, C., Habert, G., Bouzidi, Y., Jullien, A. (2010) Environmental impact of cement production: detail of the different processes and cement plant variability evaluation, Journal of Cleaner Production, 18, 478-485;
- CIF – The Cement Industry Federation (2003) Cement Industry Environment Report, disponível em <<http://www.wbcsdcement.org/pdf/tf1/cement-industry-environment-report-2003.pdf>> e consultado em: 05-09-2014;
- Cimpor (2003) Relatório de Sustentabilidade, disponível em <[http://www.cimpor.pt/cache/binImagens/relat\\_sustentabilidade\\_cimpor\\_20031-510.pdf](http://www.cimpor.pt/cache/binImagens/relat_sustentabilidade_cimpor_20031-510.pdf)> e consultado em: 07-05-2014;
- Cimpor (2014) Relatório & Contas 2013, disponível em <[http://www.cimpor.pt/cache/binImagens/RC\\_2013\\_PT-21060.pdf](http://www.cimpor.pt/cache/binImagens/RC_2013_PT-21060.pdf)> e consultado a 24.06.2014;
- Comissão Europeia (2010) Resumo do documento de referência sobre melhores técnicas disponíveis nas indústrias de produção de cimento, cal e óxido de magnésio, Comissão Europeia, Espanha;



- Comissão Europeia (2013) Guia do utilizador que indica os passos necessários para participar no EMAS, ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 1221/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à participação voluntária de organizações num sistema comunitário de ecogestão e auditoria (EMAS), Jornal Oficial da União Europeia, 76, Luxemburgo;
- Comoglio, C., Botta, S. (2012) The use of indicators and the role of environmental management systems for environmental performances improvement: a survey on ISO 14001 certified companies in the automotive sector, *Journal of Cleaner Production*, 20, 92-102;
- Comunidades Europeias (2011) O Sistema Europeu de Ecogestão e Auditoria, disponível em <[http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/leaflet/emasleaflet\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/leaflet/emasleaflet_pt.pdf)> e consultado em: 07-05-2014
- CSI – Cement Sustainability Initiative (2011) Global Cement Database on CO<sub>2</sub> and Energy Information: Geographic coverage by country and region, Getting the Numbers Right (GNR), CSI, Geneva;
- CSI – Cement Sustainability Initiative (2012a) Cement Production, disponível em: <<http://www.wbcsdcement.org/index.php/about-cement/cement-production>> e consultado em: 08-05-2014;
- CSI – Cement Sustainability Initiative (2012b) Guidelines for Emissions Monitoring and Reporting in the Cement Industry; disponível em: <[http://www.wbcsdcement.org/pdf/CSI\\_Guidelines%20for%20Emissions%20Monitoring%20and%20Reporting%20in%20the%20Cement%20Industry\\_v2\\_Mar%202012.pdf](http://www.wbcsdcement.org/pdf/CSI_Guidelines%20for%20Emissions%20Monitoring%20and%20Reporting%20in%20the%20Cement%20Industry_v2_Mar%202012.pdf)> e consultado em: 08-09-2014;
- CSI – Cement Sustainability Initiative (2012c) Global Cement Database on CO<sub>2</sub> and Energy Information, "Getting the Numbers Right" (GNR), disponível em: <<http://www.wbcsdcement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnr-database>> e consultado em: 16-08-2014;
- Cunha, A. H., Erzini, K., Serrão, E. A., Gonçalves, E., Borges, R., Henriques, M., Henriques, V., Guerra, M., Marbá, N., (2011) Life Biomares, Recuperação e Gestão da Biodiversidade no Parque Marinho Sítio Arrábida-Espichel, Relatório não técnico do Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve, Faro;
- Eco Smes – Concepts & Instruments (2004) What is Environmental *Benchmarking*?, disponível em: <<http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EN&navID=envBenchmarkingIntro&subNavID=1&pagID=1&flag=1>> e consultado a 18.08.2014;
- EEA – European Environmental Agency (2001) Environmental *Benchmarking* for Local Authorities: from concept to practice, Environmental Issues Report, 20, EEA, Copenhagen;
- EEA – European Environmental Agency (2013) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013, EEA Technical report, 12, EEA, Copenhagen;
- European Commission (2010) Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries, European Commission, Luxembourg;

- European Commission (2013) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide, JRC Scientific and Policy Reports, European Commission, Luxembourg;
- European Commission (2014) Development of the EMAS Sectoral Reference Documents on Best Environmental Management Practice, JRC Scientific and Policy Reports, European Commission, Luxembourg;
- European Commission (2014a) The Industrial Emissions Directive: Summary of Directive 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm>> e consultado em: 08-09-2014;
- European Commission (2014b) EMAS registrations, disponível em <<http://ec.europa.eu/environment/emas/register/>> e consultado em: 07-05-2014;
- FFCUL: Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (2014) Níveis de pcdd/fs e metais em solos e líquenes na envolvente da fábrica da Secil-Outão – Relatório relativo ao Protocolo estabelecido entre a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e a Companhia Geral de Cal e Cimento – Secil, FFCUL, Lisboa;
- Fonta, P., (2012) Getting the Numbers Right, disponível em: <[http://www.wbcsdcement.org/pdf/CSI\\_WCT\\_September\\_2012.pdf](http://www.wbcsdcement.org/pdf/CSI_WCT_September_2012.pdf)>, consultado em: 11-06-2014;
- Franchetti, M. (2011) ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship, Journal of Cleaner Production, 19, 1104-1109;
- Garcia, A. (2008) Sector de fabricação de cimento e cal, IGAOT – Inspeção-Geral do Ambiente e Ordenamento do Território, Lisboa;
- Gartner, E. (2004) Industrially interesting approaches to “low-Co<sub>2</sub>” cements, Cement and Concrete Research, 34, 1489-1498;
- INTERTOX (2007) Risk assessment of stack emissions from the Secil-Outão cement production facility, INTERTOX, Seattle;
- IPAC – Instituto Português de Acreditação (2009) Resultados esperados para a certificação acreditada de acordo com o referencial ISO 14001 disponível em <[http://www.ipac.pt/docs/publicdocs/outros/IAF\\_14001\\_Port.16.12.11\\_Med\\_res.pdf](http://www.ipac.pt/docs/publicdocs/outros/IAF_14001_Port.16.12.11_Med_res.pdf)> e consultado em: 07.05.2014;
- Jankovic, A., Valery, W., Davis, E., (2004) Cement grinding optimization, Minerals Engineering, 17, 1075-1081;
- Jasch, C. (2000) Environmental performance evaluation and indicators, Journal of Cleaner Production, 8, 79-88;
- Jorgensen, T., Remmen, A., Mellado, M., (2006) Integrated management systems e three different levels of integration, Journal of Cleaner Production, 14, 713-722;

- Karavanas, A.; Chaloulakou, A.; Spyrellis, N. (2009) Evaluation of the implementation of best available techniques in IPPC context: an environmental performance indicators approach, *Journal of Cleaner Production*, 17, 480-486;
- Lafarge (2014) Annual Report 2013: Registration Document, disponível em: <[http://www.lafarge.com/04022014-press\\_publication-2013\\_annual\\_report-uk.pdf](http://www.lafarge.com/04022014-press_publication-2013_annual_report-uk.pdf)> e consultado em: 08-09-2014;
- Lamas, W., Palau, J., Camargo, J., (2013) Waste materials co-processing in cement industry: Ecological efficiency of waste reuse, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 200-207;
- Lavorato, M. (2003) As vantagens do *Benchmarking* ambiental, *Revista Produção On-line*, 4;
- Lopes, I., (2011) Sistemas de gestão no sector do transporte rodoviário de passageiros, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais, FCT-UNL;
- Madloul, N., Saidur, R., Rahim, (2013) An overview of energy savings measures for cement industries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 18– 29;
- Madloul, N., Saidur, R., Rahim, N., Islam, M., Hossian, M. (2012) An exergy analysis for cement industries: An overview, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 921– 932;
- Morrow, D. e Rondinelli, D. (2002) Adopting Corporate Environmental Management Systems: Motivations and Results of ISO 14001 and EMAS Certification, *European Management Journal*, 20, 159-171;
- Neugebauer, F. (2012) EMAS and ISO 14001 in the German industry e complements or substitutes?, *Journal of Cleaner Production*, 37, 249-256;
- Nguyen, Q.A., Hens, L. Environmental performance of the cement industry in Vietnam: the influence of ISO 14001 certification, *Journal of Cleaner Production* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.032>;
- Nunes, J., Matias, M., (2003) Controvérsia científica e conflitos ambientais em Portugal: O caso da co-incineração de resíduos industriais perigosos, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 65, 129-150;
- Oficemen: Agrupación de fabricantes de cemento de España (2013) Anuario del sector cementero español 2012, disponível em: <<https://www.oficemen.com/Uploads/docs/Anuario%202012%281%29.pdf>> e consultado em: 14-05-2014;
- OIT – Organização Internacional do Trabalho (2013) Enfrentar a crise do emprego em Portugal - Relatório OIT, disponível em: <[http://www.eapn.pt/iefp/docs/Enfrentar\\_a\\_crise\\_do\\_emprego\\_em\\_Portugal.pdf](http://www.eapn.pt/iefp/docs/Enfrentar_a_crise_do_emprego_em_Portugal.pdf)> e consultado a 01-09-2014;
- Perotto, E.; Canziani, R.; Marchesi, R.; Butelli, P. (2008) Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study, *Journal of Cleaner Production*, 16, 517-530;

- Schneider, M., Romer, M., Tschudin, M., Bolio, H., (2011) Sustainable cement production – present and future, *Cement and Concrete Research*, 41, 642-650;
- Schorcht, F., Kourti, I., Scalet, B., Roudier, S., Sancho, L., (2013) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide, Reference Report, European Commission – Joint Research Centre, Luxemburgo;
- Secil (2006) Valorizar: Co-incineração com segurança, Secil, Setúbal;
- Secil (2008) Valorizar: Energia e Ambiente na Arrábida, Secil, Setúbal;
- Secil (2009) Valorizar: Biodiversidade na Arrábida, Secil, Setúbal;
- Secil (2010) Declaração ambiental Secil-Outão 2010, disponível em <<http://www.secil.pt/pdf/outaoDA2010.pdf>> e consultado em: 07-05-2014;
- Secil (2012) Valorizar: Prémio de Inovação para a Sustentabilidade – Secil premiada por gestão sustentável, Secil, Setúbal;
- Secil (2013) Relatório do Conselho de Administração, disponível em <[http://www.secil.pt/pdf/rc/rc\\_secil\\_2013.pdf](http://www.secil.pt/pdf/rc/rc_secil_2013.pdf)> e consultado em: 15-06-2014;
- Secil (2014a) A Crise para a SECIL: Enquadramento, JEEC/14 – Jornadas de Engenharia Electrotécnica e Computadores do IST, Secil, Setúbal;
- Secil (2014b) Valorizar: 10 Anos de portas Abertas – Sustentabilidade e Desenvolvimento na Península de Setúbal, Secil, Setúbal;
- Secil (2014c) Processo Produtivo do Cimento, disponível em: <[http://www.secil.pt/pdf/proc\\_produtivo.pdf](http://www.secil.pt/pdf/proc_produtivo.pdf)> e consultado em: 24-06-2014;
- Sousa, V., (2012) Sistemas Integrados de Gestão (Qualidade, Ambiente e Segurança) Dissertação de Mestrado de SST, ESCE/EST;
- Stapenhurst, T. (2009) *The Benchmarking Book* (Elsevier Ed.1<sup>st</sup>) United Kingdom: Butterworth-Heinemann, ISBN: 9780750689052;
- Testa, F.; Rizzi, F.; Daddi, T.; Gusmerotti, N. M.; Frey, M.; Iraldo, F.; (2014) EMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance, *Journal of Cleaner Production*, 68, 165-173;
- Uwasu, M., *et al.*, World cement production and environmental implications. *Environmental Development* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2014.02.005>;
- Valderrama, C., Granados, R., Cortina, J., Gasol, C., Guillem, M., Josa, A. (2012) Implementation of the best available techniques in cement manufacturing: a life-cycle assessment study, *Journal of Cleaner Production*, 25, 60-67;
- Watzold, F.; Bultmann, A.; Eames, M.; Lulofs, K., Schucht, S. (2001) EMAS and regulatory relief in Europe: lessons from national experience, John Wiley & Sons, Ltd and ERP Environment, *European Environment*, 11, 37-48;

- World Cement (2014) Getting the Numbers Right Database, disponível em: <<http://www.wbcdcement.org/GNR-2011/index.html>> e consultado em: 11-06-2014;
- Worrell, E., Martin, N., Lynn, P., (2000) Potentials for energy efficiency improvement in the US cement industry, *Energy*, 25, 1189-1214;
- Worrell, E., Martin, N., Lynn, P., (2001) Carbon Dioxide emissions from the global cement industry, *Annual Review of Energy & the Environment*, 26, 303-329;
- Yale Center for Environmental Law and Policy (2005) Environmental Sustainability Index *Benchmarking* National Environmental Stewardship – Appendix A: Methodology, disponível em: <[http://www.yale.edu/esi/a\\_methodology.pdf](http://www.yale.edu/esi/a_methodology.pdf)> e consultado a 26-08-2014;
- Zobel, T., (2008) Characterisation of environmental policy implementation in an EMS context: a multiple-case study in Sweden, *Journal of Cleaner Production*, 16, 37-50;
- Zutshi, A., Sohal, A. (2004). Environmental management system adoption by Australian organisations: part 1: reasons, benefits and impediments, *Technovation*, 24, 335-357.



## ANEXOS





## ANEXO I: Declarações Ambientais Consultadas

Quadro I. 1: Declarações Ambientais consultadas por instalação

ID	Registo EMAS	Instalação	Grupo	Ano
1	EAN-000050	<b>Fábrica de Alcalá de Guadaíra</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas;	2012
2	ES-CAT-000303	<b>Fábrica Monjos</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas – Uniland Cementera;	2012
3	ES-CAT-000314	<b>Fábrica Vallcarca</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas – Uniland Cementera	2011
4	ES-CAT-000182	<b>Fábrica de Alcanar</b>	CEMEX	2012
5	ES-EU-000028	<b>Fábrica de Lemona</b>	Cementos Lemona	2013
6	ES-IB-0000056	<b>Fábrica de Lloseta</b>	CEMEX	2012
7	ES-MD-000203	<b>Fábrica El Alto</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas	2012
8	ES-NA-0000010	<b>Fábrica Olazagutía</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas	2011
9	ES-CA-000028	<b>Fábrica Mataporquera</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas – Cementos Portland ALFA	2012
10	ES-CL-000027	<b>Fábrica de Hontoria</b>	Grupo Cementos Portland Valderrivas;	2012
11	PT-000036	<b>Fábrica de Loulé</b>	CIMPOR – InterCement	2012
12	PT-000041	<b>Fábrica de Alhandra,</b>	CIMPOR – InterCement;	2012
13	PT-000043	<b>Fábrica de Souselas</b>	CIMPOR – InterCement;	2012
14	PT-000047	<b>Fábrica Cibra-Pataias</b>	SECIL – Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A.	2012
15	PT-000050	<b>Fábrica Maceira-Liz</b>	SECIL – Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A.	2012
16	PT-000073	<b>Fábrica Secil-Outão</b>	SECIL – Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A.	2012



## ANEXO II: Dados tratados

Quadro II. 1 Dados obtidos nas declarações ambientais

	Produção de clínquer	Clínquer incorporado / consumido	Produção de cimento	Produto Fabricado (PF) *	Área da fábrica	Extensão da pedreira	Matérias- primas naturais	Matérias- primas secundárias	Consumo de Água
	t/ano	t/ano	t/ano	t/ano	m <sup>2</sup>	ha	t/ano	t/ano	m <sup>3</sup> /ano
1. Fábrica de Alcalá de Guadaíra	603 681		370 235	620 369	321 804	1 110	1 058 562	51 423	64 025
2. Fábrica Monjos	827 064		861 928	927 605	290 786	90	2 739 737	110 057	39 369
3. Fábrica Valcarca	616 060		615 130	713 350	533 400	115	1 067 079	67 238	54 684
4. Fábrica de Alcanar	867 353		361 000	822 422	373 000	212	1 397 546	36 915	296 544
5. Fábrica de Lemona	192 356		190 397	205 852	74 985	27	283 375	43 205	38 016
6. Fábrica de Lloseta	277 684		337 676	337676 **	33 322	14	341 068	44 756	28 796
7. Fábrica El Alto	683 227		754 368	792 007	611 500	221	1 154 151	34 092	218 467
8. Fábrica Olazagutía	455 934		574 275	574 275	118 819	78	936 824	61 082	99 114
9. Fábrica Mataporquera	363 565		394 860	429 585	140 200	94	873 958	43 895	57 994
10. Fábrica de Hontoria	321 018		357 283	357 283	253 791	2 430	497 981	45 374	40 870
11. Fábrica de Loulé	357 714	324 663	433 886	466 937	1 010 000	120	601 032	72 063	94 502
12. Fábrica de Alhandra	1 107 715	683 807	888 971	1 312 879	280 000	346	1 972 691	21 660	143 543
13. Fábrica de Souselas	1 229 702	1 214 707	1 598 870	1 613 865	1 157 000	124	2 267 560	38 068	331 163
14. Fábrica Cibra-Pataias	307 928	144 082	311 705	475 551	2 300 000	221	555 000	45 000	337 000
15. Fábrica Maceira-Liz	600 659	600 659	833 380	833 380	251 000	143	1 143 000	64 000	204 000
16. Fábrica Secil-Outão	1 277 824	867 304	1 125 309	1 535 829	320 000	99	2 333 000	46 000	521 287

### NOTAS

Preto: informação proveniente das DA

Azul: informação obtida por cálculo

Laranja: informação obtida através da Secil

\* PF (produto fabricado) = cimento produzido + clínquer vendido

\*\* Assumindo que não há expedição de clínquer

## ANEXO II: Dados tratados (continuação)

Quadro II. 2 Dados obtidos nas declarações ambientais (continuação)

	Consumo de energia eléctrica	Consumo de energia térmica	Substituição térmica por CA	Produção de Resíduos perigosos	Produção de Resíduos totais	Emissão de CO <sub>2</sub>	Emissão de SO <sub>2</sub>	Emissão de NOx	Emissão de partículas
	MWh/ano	MWh/ano	%	t/ano	t/ano	t/ano	t/ano	t/ano	t/ano
1. Fábrica de Alcalá de Guadaíra	71 397	649 280	1,06	11	132	526 792	262	771	17,42
2. Fábrica Monjos	114 096	902 038	24,30	24	3 130	672 013	30	870	28,55
3. Fábrica Valcarca	92 331	668 133	23,13	220	8 618	496 974	182	644	40,38
4. Fábrica de Alcanar	119 753	934 964	31,89	4	602	661 162	18	1205	64,17
5. Fábrica de Lemona	30 839	208 197	35,60	13	161	151 634	101	235	5,46
6. Fábrica de Lloseta	45 355	45 626 105	31,40	12	180	225 944	13	356	11,10
7. Fábrica El Alto	108 376	778 158	12,94	19	538,53	582 291	14	1005	27,50
8. Fábrica Olazagutía	74 623	388 473	0,00	28,96	182,78	386 446	575	713	15,21
9. Fábrica Mataporquera	53 478	358 859	37,98	17,77	135,6	280 510	163	252	9,81
10. Fábrica de Hontoria	43 423	274 816	27,90	9,2	139	247 887	11	698	24,68
11. Fábrica de Loulé	51 872	372 023	12,60	34	692	318 114	12	551	16,00
12. Fábrica de Alhandra	133 045	1 041 252	21,20	43	8 171	896 393	235	2309	48,00
13. Fábrica de Souselas	153 198	1 168 217	5,80	41	3 338	1 035 005	664	1242	81,00
14. Fábrica Cibra-Pataias	48 000	367 778	50,50	70	3 800	271 000	104	679	3,00
15. Fábrica Maceira-Liz	95 000	611 389	40,00	20	7 800	462 000	124	931	2,20
16. Fábrica Secil-Outão	154 000	1 247 778	41,00	90	2 150	999 000	35	1676	10,87

### Notas:

Preto: informação proveniente das DA

Azul: informação obtida por cálculo

\* PF (produto fabricado) = cimento produzido + clínquer vendido

\*\* Assumindo que não há expedição de clínquer

## ANEXO III: Resultados detalhados: indicadores de desempenho

Quadro III. 1 Resultados detalhados dos indicadores de desempenho

	Ind 1 - Consumo de energia eléctrica		Ind 2 - Consumo de energia térmica		Ind 3 - Substituição térmica por CA		Ind 4 - Consumo de MPT		Ind 5 – Incorporação de MPS		Ind 6 - Espaço edificado		Ind 7 - Extensão da pedra	
	kWh/t PF	melhores práticas	kWh/t ck	melhores práticas	%	melhores práticas	t/t PF	melhores práticas	%	melhores práticas	dm <sup>2</sup> /t PF	melhores práticas	dm <sup>2</sup> /t PF	melhores práticas
1. Fábrica de Alcalá de Guadaíra	115	99	1076	883	1,1	43,8	1,79	1,28	4,6	11,8	52	17	1789	61
2. Fábrica Monjos	123	99	1091	883	24,3	43,8	3,07	1,28	3,9	11,8	31	17	97	61
3. Fábrica Valcarca	129	99	1085	883	23,1	43,8	1,59	1,28	5,9	11,8	75	17	161	61
4. Fábrica de Alcanar	146	99	1078	883	31,9	43,8	1,74	1,28	2,6	11,8	45	17	258	61
5. Fábrica de Lemona	150	99	1082	883	35,6	43,8	1,59	1,28	13,2	11,8	36	17	131	61
6. Fábrica de Lloseta	134	99	164309	883	31,4	43,8	1,14	1,28	11,6	11,8	10	17	41	61
7. Fábrica El Alto	137	99	1139	883	12,9	43,8	1,50	1,28	2,9	11,8	77	17	279	61
8. Fábrica Olazagutía	130	99	852	883	0,0	43,8	1,74	1,28	6,1	11,8	21	17	136	61
9. Fábrica Mataporquera	124	99	987	883	38,0	43,8	2,26	1,28	4,5	11,8	33	17	219	61
10. Fábrica de Hontoria	122	99	856	883	27,9	43,8	1,52	1,28	8,4	11,8	71	17	6801	61
11. Fábrica de Loulé	111	99	1040	883	12,6	43,8	1,44	1,28	10,7	11,8	216	17	257	61
12. Fábrica de Alhandra	101	99	940	883	21,2	43,8	1,52	1,28	1,1	11,8	21	17	264	61
13. Fábrica de Souselas	95	99	950	883	5,8	43,8	1,43	1,28	1,7	11,8	72	17	77	61
14. Fábrica Cibra-Pataias	101	99	1194	883	50,5	43,8	1,26	1,28	7,5	11,8	484	17	465	61
15. Fábrica Maceira-Liz	114	99	1018	883	40,0	43,8	1,45	1,28	5,3	11,8	30	17	171	61
16. Fábrica Secil-Outão	100	99	976	883	41,0	43,8	1,55	1,28	1,9	11,8	21	17	64	61

## ANEXO III: Resultados detalhados: indicadores de desempenho (continuação)

Quadro III. 2 Resultados detalhados dos indicadores de desempenho (continuação)

	Ind 8 - Consumo de água		Ind 9 - Emissão de Partículas		Ind 10 - Emissão de CO <sub>2</sub>		Ind 11 - Emissão de NO <sub>x</sub>		Ind 12 - Emissão de SO <sub>2</sub>		Ind 13 - Produção de resíduos		Ind 14 - Produção de resíduos perigosos	
	m3/t PF	melhores práticas	g/t PF	melhores práticas	kg/t ck	melhores práticas	kg/t ck	melhores práticas	g/t ck	melhores práticas	g/t PF	melhores práticas	g/t PF	melhores práticas
1. Fábrica de Alcalá de Guadaíra	0,10	0,07	28	5	873	768	1,28	0,92	434	23	232	319	18	16
2. Fábrica Monjos	0,04	0,07	31	5	813	768	1,05	0,92	37	23	3400	319	26	16
3. Fábrica Valcarca	0,08	0,07	57	5	807	768	1,05	0,92	296	23	12389	319	308	16
4. Fábrica de Alcanar	0,36	0,07	78	5	762	768	1,39	0,92	21	23	738	319	5	16
5. Fábrica de Lemona	0,18	0,07	27	5	788	768	1,22	0,92	523	23	845	319	64	16
6. Fábrica de Lloseta	0,09	0,07	33	5	814	768	1,28	0,92	47	23	568	319	34	16
7. Fábrica El Alto	0,28	0,07	35	5	852	768	1,47	0,92	20	23	704	319	24	16
8. Fábrica Olazagutía	0,17	0,07	26	5	848	768	1,56	0,92	1260	23	369	319	50	16
9. Fábrica Mataporquera	0,14	0,07	23	5	772	768	0,69	0,92	449	23	357	319	41	16
10. Fábrica de Hontoria	0,11	0,07	69	5	772	768	2,18	0,92	34	23	415	319	26	16
11. Fábrica de Loulé	0,20	0,07	34	5	889	768	1,54	0,92	34	23	1554	319	72	16
12. Fábrica de Alhandra	0,11	0,07	37	5	809	768	2,08	0,92	212	23	6256	319	33	16
13. Fábrica de Souselas	0,21	0,07	50	5	842	768	1,01	0,92	540	23	2094	319	25	16
14. Fábrica Cibra-Pataias	0,71	0,07	6	5	880	768	2,21	0,92	338	23	8138	319	147	16
15. Fábrica Maceira-Liz	0,24	0,07	3	5	769	768	1,55	0,92	206	23	9,4	0,3	24	16
16. Fábrica Secil-Outão	0,34	0,07	7	5	782	768	1,31	0,92	27	23	1,5	0,3	59	16